(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년12월18일
(11) 등록번호 10-2192656
(24) 등록일자 2020년12월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61N 5/067 (2006.01) *A61B 18/20* (2006.01)
A61N 5/10 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7019222
(22) 출원일자(국제) 2012년09월07일
심사청구일자 2017년09월06일
(85) 번역문제출일자 2013년07월19일
(65) 공개번호 10-2014-0063502
(43) 공개일자 2014년05월27일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/054146
(87) 국제공개번호 WO 2013/036761
국제공개일자 2013년03월14일
(30) 우선권주장
13/443,717 2012년04월10일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
US20070179481 A1*
US20060149343 A1*
US20030171795 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
트리아 뷰티, 인코포레이티드
미국 캘리포니아 94568 더블린 더블린 블러바드 4160, 스위트 200
(72) 발명자
리우, 하베이, 이홍
미국, 캘리포니아 94539, 프레몬트, 스프링워터 드라이브 2020
아일랜드, 토빈
미국, 캘리포니아 94610, 오클랜드, 그로스배너 플레이스 955
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인세신

전체 청구항 수 : 총 18 항 심사관 : 윤지영

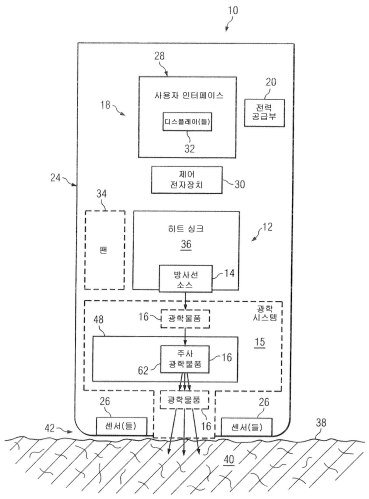
(54) 발명의 명칭 **방사선-계 피부 치료용 장치**

(57) 요 약

방사선-계 피부 치료, 예를 들면 피부 재 서페이싱, 피부 재생, 주름 치료, 착색 제거 또는 감소, 제모, 여드름 치료, 피부 조임(tightening) 등을 제공하기 위한 소형의 핸드 헬드 장치가 제공된다. 본 장치는 하나 이상의 방사선소스들(예, 하나 이상의 레이저들) 및 주사 빔들의 어레이를 피부에 전달하기 위한 자동 주사시스템을 포함

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



할 수 있으며, 반면에 본 장치는 피부에 이산의 치료 점들의 어레이를 생성하기 위하여, 예를 들면 부분 치료를 제공하기 위하여 피부를 가로질러 수동으로 이동된다. 자동 주사시스템은 입력 빔을 반복적으로 주사하도록 구성된 회전 멀티-섹터 주사요소를 포함할 수 있으며 입력 빔의 각 주사는 주사요소의 다중 섹터들에 대응하는 출력 빔들의 어레이를 제공하며 피부에 치료점들의 주사 열을 형성한다. 회전 멀티-섹터 주사요소의 각 섹터는 일정한 각-방향 출력 빔을 제공할 수 있다. 각 주사 열의 치료점들은 비-방사선 조사 피부의 구역들에 의해 서로 이격될 수 있다. 본 장치는 장치의 수동 이동의 방향으로 치료점들의 인접한 열들 사이의 정의된 최소 거리를 제공하도록 프로그램된 치료점 제어시스템을 포함할 수 있다.

(72) 발명자

영퀴스트, 데이비드

미국, 캘리포니아 95120, 산 조세, 파소 로스 세리토스 6303

레이처트, 패트릭

미국, 캘리포니아 94568, 더블린, 노스 레이크 드라이브 8425에프

웨커스, 마크, 브이.

미국, 캘리포니아 94566, 플리산톤, 보르도 스트리트 1368

빌레, 존, 피.

미국, 캘리포니아 94041, 마운틴 뷰, 페티스 에비뉴 에이피티. 1, 256

발레시크, 제이, 엠.

미국, 캘리포니아 94550, 리버모어, 록산느 스트리트 1131

(30) 우선권주장

13/443,788 2012년04월10일 미국(US)
13/443,808 2012년04월10일 미국(US)
13/443,821 2012년04월10일 미국(US)
13/443,844 2012년04월10일 미국(US)
13/443,863 2012년04월10일 미국(US)
13/443,876 2012년04월10일 미국(US)
13/443,880 2012년04월10일 미국(US)
61/533,172 2011년09월09일 미국(US)
61/533,641 2011년09월12일 미국(US)
61/533,677 2011년09월12일 미국(US)
61/533,723 2011년09월12일 미국(US)
61/533,786 2011년09월12일 미국(US)
61/545,481 2011년10월10일 미국(US)
61/563,491 2011년11월23일 미국(US)
61/594,128 2012년02월02일 미국(US)
61/613,778 2012년03월21일 미국(US)

명 세 서

청구범위

청구항 1

피부에 치료점들의 패턴을 형성하도록 주사 레이저 빔들에 의해 피부 치료를 제공하기 위한 핸드 헬드 장치로서:

입력 레이저 빔을 발생하도록 구성된 레이저 소스;

입력 레이저 빔을 반복적으로 주사하도록 구성되고, 둘레에 원주방향으로 배열된 복수의 투과성 소형 렌즈들(lenslets) - 각 소형 렌즈는 개별(discrete) 출력 빔을 제공하도록 구성됨 - 을 포함하는 회전 주사요소를 포함하는 자동 주사시스템; 및

치료점들의 인접한 열들 사이에 정의된 최소 거리를 장치의 수동 이동의 방향으로 제공하도록 프로그램되는 치료점 제어시스템을 포함하고,

상기 입력 레이저 빔의 각 주사는 상기 회전 주사요소의 상기 복수의 투과성 소형 렌즈들에 대응하고 피부에 치료점들의 주사 열을 형성하는 개별 출력 레이저 빔들의 어레이를 제공하며;

상기 회전 주사요소는 투과성 소형 렌즈가 입력 레이저 빔을 헤치고 회전할 때 상기 각 투과성 소형 렌즈가 일정한-각-방향 출력 레이저 빔을 제공하도록 구성되고;

각 주사 열의 상기 치료점들은 비-방사선 조사 피부의 구역들에 의해 서로 이격되어 있는, 피부 치료를 제공하기 위한 핸드 헬드 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상황-특정 제어 시스템을 추가로 포함하고,

상기 상황-특정 제어 시스템은:

복수의 센서들; 및

상기 복수의 센서들로부터의 신호들을 수신하고;

수신된 센서 신호들에 제1 조건을 적용하여 초기 레이저 빔 펄스를 가능하게 할지를 결정하며; 그리고

상기 초기 레이저 빔 펄스를 가능하게 한 후에, 수신된 센서 신호들에 제2 조건 - 상기 제2 조건은 제1 조건과는 다름 - 을 적용하여 추가 레이저 빔 펄스들을 가능하게 할지를 결정하도록 프로그램된, 전자장치를 포함하는 것인, 피부 치료를 제공하기 위한 핸드 헬드 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 출력 빔들은 장치의 적용 단부를 통해 장치로부터 전달되고, 상기 적용 단부는 장치의 동작 동안에 피부와 접촉상태에 놓이도록 구성된 선도 표면을 가지며; 그리고

상기 장치의 적용 단부의 선도 표면에 의해 정의된 평면에서, 각 출력 빔은 적어도 하나의 축에서 발산성인 것인, 피부 치료를 제공하기 위한 핸드 헬드 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 장치의 적용 단부의 선도 표면에 의해 정의된 상기 평면에서, 각 출력 빔은 적어도 50 mrad로 적어도 한 축에서 발산성인 것인, 피부 치료를 제공하기 위한 핸드 헬드 장치.

청구항 5

피부 치료를 제공하기 위한 독립된, 핸드 헬드 장치로서, 상기 장치는:

사용자에 의해 핸드 헬드되도록 구성된 장치 본체;

상기 장치 본체에 지지되는 방사선 소스;

상기 방사선 소스에 의해 발생된 입력 빔을 수광하고 수광된 입력 빔을 주사하여 부분 치료를 제공하기 위한 피부에 서로 떨어져 이격된 치료점들의 패턴을 형성하기 위하여 피부에 일련의 출력빔들을 전달하도록 구성된 자동 주사시스템;

출력 빔들이 피부로 전달되는 적용 단부로서, 치료 시간동안에 피부의 표면을 가로질러 수동으로 이동되도록 구성되는 적용 단부; 그리고

변위 제어시스템으로서:

피부에 대한 장치의 변위를 결정하도록 구성된 변위센서; 및

피부의 피부 특징들을 식별하기 위하여 상기 변위 센서로부터의 신호들을 분석하고, 식별된 피부 특징들의 수를 계수하며, 그리고 치료점들이 서로 중첩될 가능성을 방지 또는 감소시키기 위하여, 식별된 피부 특징들의 계수된 수에 기초하여 장치의 적어도 하나의 동작 매개변수를 제어하도록 구성된 전자장치를 포함하는 변위 제어시스템을 포함하는 것인, 피부 치료를 제공하기 위한 독립된, 핸드 헬드 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

적어도 피부에 대한 장치의 결정된 변위에 기초하여, 상기 자동 주사시스템의 적어도 하나의 동작 매개변수를 제어하도록 구성된 추가의 전자장치를 포함하는, 피부 치료를 제공하기 위한 독립된, 핸드 헬드 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

자동 주사시스템은 수광된 입력 빔을 반복적으로 주사하도록 구성되며, 입력 빔의 각 주사는 피부에 전달을 위한 출력빔들의 어레이를 생성하여 피부에 치료점들의 대응하는 어레이를 형성하며; 그리고

상기 변위 제어시스템은 장치의 수동 이동의 방향으로 치료점들의 인접한 어레이들 사이에 정의된 최소 간격을 제공하도록 프로그램되는 것인 피부 치료를 제공하기 위한 독립된, 핸드 헬드 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 변위 제어시스템은 식별된 피부 특징들의 계수된 수에 기초하여, 방사선 소스를 제어하도록 구성되는 것인, 피부 치료를 제공하기 위한 독립된, 핸드 헬드 장치.

청구항 10

제5항에 있어서,

상기 변위 제어시스템은 식별된 피부 특징들의 계수된 수가 피부 특징들의 예정 최소 수에 도달할 때만 방사선 소스를 가능하게 하도록 구성되는 것인, 피부 치료를 제공하기 위한 독립된, 핸드 헬드 장치.

청구항 11

제5항에 있어서, 상기 장치는 장치의 이동 속력을 검출하지 않고 또는 결정하지 않는 것인, 피부 치료를 제공하기 위한 독립된, 핸드 헬드 장치.

청구항 12

피부에 치료점들의 패턴을 형성하도록 주사 방사선으로 피부의 구역을 치료하기 위한 장치로서,

피부에 치료점들의 패턴을 형성하는 순차적인 일련의 출력 빔들을 제공하기 위하여 방사선 소스에 의해 발생된 입력 빔을 수광하고 수광된 입력 빔을 주사하도록 구성된 자동 주사시스템 - 상기 자동 주사시스템은 회전축 둘레로 회전하도록 구성된 일반적인 컵 형상 주사요소를 포함함 - 을 포함하고,

상기 컵 형상 주사요소는 회전축 둘레에 배열된 복수의 소형 렌즈들을 포함하며, 각 소형렌즈는 회전 주사요소가 회전축을 기준으로 회전할 때 입력 빔은 각각 다른 소형 렌즈들 표면들에 의해 순차적으로 편향되어 순차적인 일련의 출력 빔들을 제공하도록, 출력 빔들 중 하나를 제공하도록 구성되는 것인, 주사 방사선으로 피부의 구역을 치료하기 위한 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

피부에 치료점들의 패턴을 형성하도록 주사 방사선으로 피부의 구역을 치료하기 위한 장치로서:

피부에 치료점들의 패턴을 형성하는 순차적인 일련의 출력 빔들을 제공하기 위하여 방사선 소스에 의해 발생된 입력 빔을 수광하고 수광된 입력 빔을 주사하도록 구성된 회전 주사요소를 포함하는 자동 주사시스템을 포함하며,

상기 회전 주사요소는 주사요소 둘레에 원주방향으로 배열된 복수의 투과성 소형 렌즈들을 포함하며, 각 투과성 소형렌즈는 출력 빔들 중 하나를 제공하도록 구성되고;

특정 투과성 소형렌즈는 특정 축 둘레로 적어도 하나의 호를 회전함으로써 정의되는 원환 형상을 갖는 것인, 주사 방사선으로 피부의 구역을 치료하기 위한 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 특정 투과성 소형렌즈의 원환 형상은 회전 주사요소의 회전축을 기준으로 적어도 하나의 호를 회전함으로써 정의되는 것인, 주사 방사선으로 피부의 구역을 치료하기 위한 장치.

청구항 16

제14항에 있어서,

출력빔이 특정 투과성 소형 렌즈에 의해 제공된 지속 시간 동안에 입력 빔에 대하여 특정 투과성 소형 렌즈에 의해 제공된 출력 빔이 실질적으로 일정한 편향 각을 유지하도록, 특정 투과성 소형 렌즈의 원환 형상은, 실질적으로 일정한 각 편향에 맞추어 구성되는 것인, 주사 방사선으로 피부의 구역을 치료하기 위한 장치.

청구항 17

피부 치료를 제공하기 위한 독립된, 핸드 헬드 장치로서, 상기 장치는:

사용자에 의해 핸드 헬드되도록 구성된 장치 본체;

상기 장치 본체에 지지되는 방사선 소스;

사용자의 피부와의 상호 작용들을 검출하도록 구성된 복수의 센서들; 및

제어시스템을 포함하고,

상기 제어시스템은:

복수의 센서들로부터의 센서 신호들을 수신하고,

수신된 센서 신호들에 기초하여, 각각의 임계값을 각 센서로부터의 센서 신호들에 적용함으로써 사용자의 피부와 만족스러운 상호 작용을 갖는 다수의 센서들을 결정하고,

사용자의 피부와 만족스러운 상호 작용을 갖는 결정된 센서 수가 제1 최소 센서 수를 충족하거나 초과하면 초기

레이저 빔 펄스가 가능한지 결정하고, 그리고

초기 레이저 빔 펄스가 가능한 후, 사용자의 피부와 만족스러운 상호 작용을 갖는 결정된 센서 수가 제2 최소 센서 수 - 상기 제2 최소 센서 수는 제1 최소 센서 수보다 적음 - 를 충족하거나 초과하면 추가 레이저 빔 펄스들이 가능한지 결정하도록 구성된 전자장치를 포함하는 것인, 피부 치료를 제공하기 위한 독립된, 핸드 헬드 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 복수의 센서들은:

각각이 피부에 대한 장치의 변위를 검출하도록 구성된, 하나 이상의 변위센서들; 및

각각이 피부와의 접촉을 검출하도록 구성된, 하나 이상의 피부 접촉 센서들을 포함하는 것인, 피부 치료를 제공하기 위한 독립된, 핸드 헬드 장치.

청구항 19

레이저-계 피부 치료를 제공하기 위한 독립된, 핸드 헬드 장치로서, 상기 장치는:

사용자에 의해 핸드 헬드되도록 구성된 장치 본체;

장치 본체에 지지되는 레이저 빔 소스;

입력 레이저 빔을 반복적으로 주사하도록 구성되고, 둘레에 원주방향으로 배열된 복수의 투과성 소형 렌즈들(lenslets) - 각각의 소형 렌즈는 개별 출력 빔을 제공하도록 구성됨 - 을 포함하는 회전 주사 요소를 포함하는 자동 주사시스템 - 상기 입력 레이저 빔의 각 주사는 상기 회전 주사요소의 상기 복수의 투과성 소형 렌즈들에 대응하고 피부에 치료점들의 주사 열을 형성하는 개별 출력 레이저 빔들의 어레이를 제공함 - ;

피부에 자동 주사 출력 빔들을 전달하도록 배열되고, 치료 시간 동안에 피부를 가로질러 수동으로 이동되도록 구성된 적용 단부; 및

유효 피부 치료를 제공하기에 충분한 피부에서의 전달 방사선 세기로 자동 주사 출력빔들을 피부에 전달하기 위하여 레이저 빔 소스와 자동 주사시스템 중 적어도 하나를 제어하도록 구성된 전자장치를 포함하며,

여기서, 장치의 적용 단부로부터 전달된 자동 주사 출력 빔들은 IEC 60825-1에 따른 등급 1 M 또는 그 이상의 눈 안전 분류를 만족시키는 것인, 레이저-계 피부 치료를 제공하기 위한 독립된, 핸드 헬드 장치.

청구항 20

피부 치료를 제공하는 장치로서, 상기 장치는:

장치 본체;

피부 치료를 제공하기 위하여 방사선을 피부에 전달하기 위한 방사선 전달 시스템;

상황-특정 제어 시스템을 포함하고,

상기 상황-특정 제어 시스템은:

복수의 센서들;

전자장치를 포함하고,

상기 전자장치는:

상기 복수의 센서들로부터의 신호들을 수신하고;

수신된 센서 신호들에 기초하여, 각 개별 센서들로부터의 센서 신호들에 정의된 임계값들을 적용함으로써 피부 접촉 또는 장치 이동의 양의(positive) 검출을 나타내는 다수의 센서들을 결정하고;

피부 접촉 또는 장치 이동의 양의 검출을 나타내는 센서들의 수와 제1 최소 센서 수의 비교에 기초하여 방사선 전달 시스템에 의한 방사선 전달을 개시할지를 결정하고; 그리고

일단 방사선이 개시되면, 피부 접촉 또는 장치 이동의 양의 검출을 나타내는 센서들의 수와 제2 최소 센서 수의 비교에 기초하여 방사선 전달 시스템에 의한 방사선 전달을 계속할지를 결정하도록 프로그램되며;

여기서, 상기 제2 최소 센서 수는 상기 제1 최소 센서 수보다 적은 것인, 피부 치료를 제공하기 위한 장치.

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

청구항 71

삭제

청구항 72

삭제

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

청구항 75

삭제

청구항 76

삭제

청구항 77

삭제

청구항 78

삭제

청구항 79

삭제

청구항 80

삭제

청구항 81

삭제

청구항 82

삭제

청구항 83

삭제

청구항 84

삭제

청구항 85

삭제

청구항 86

삭제

청구항 87

삭제

청구항 88

삭제

청구항 89

삭제

청구항 90

삭제

청구항 91

삭제

청구항 92

삭제

청구항 93

삭제

청구항 94

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 방사선-계(radiation-based) 피부 치료 장치들 및 방법들, 예를 들면 부분 치료를 제공하는 레이저-계(laser-based) 장치들 또는 임의의 다른 적합한 형태의 피부 치료를 제공하기 위한 임의의 다른 적합한 형태의 방사선 소스를 사용하는 장치들에 관한 것이다. 일부 실시예들은 빔을 피부의 여러 지점들에 주사하기 위한 자동화된 주사시스템을 포함한다.

배 경 기 술

[0002] 광선을 이용한 조직의 치료는 다음의 다양한 용도에 사용된다: 제모, 피부 재생, 주름 치료, 여드름 치료, 혈관성 병변(예, 거미 정맥류, 광범성 발적 등), 셀룰라이트의 치료, 색소 집단의 치료(예, 검버섯, 주근깨, 기태 등), 문신 제거, 및 다양한 기타 치료들. 이러한 치료들은 일반적으로 특별한 적용에 따라서, 조직을 다른 성질들 중에서, 절제 또는 비절제일 수 있는, 광화학적, 광생물학적, 열적 또는 기타 방식으로 치료하기 위하여, 인체의 조직의 구역, 예를 들면 피부 또는 내부조직에 광선 또는 레이저 방사선을 전달하는 것을 포함한다.

[0003] 광선을 이용한 치료 장치들은 레이저, LED, 플래시 등과 같은 다양한 형태의 방사선 소스들을 포함한다. 예를

들면, 레이저 다이오드가 일부 광선을 이용한 치료들 및 이러한 치료들을 제공하기 위한 장치들에 특히 적합하다. 레이저 다이오드는 전력원 외에 광선 발생에 필요한 주요 부품들을 포함하는 하나의 칩에 전형적으로 배치되기 때문에, 레이저 다이오드는 공간을 적게 차지한다. 게다가, 레이저 다이오드는 최대 50% 이상의 효율을 전형적으로 제공하며, 그래서 레이저 다이오드가 일부 다른 레이저 들에 비하여 낮은 전력으로 구동될 수 있다. 종래의 트랜지스터계 회로들이 레이저에 동력을 공급하는데 사용될 수 있도록, 레이저 다이오드는 작은 전류로 직접 여기를 가능케 한다.

[0004] 레이저 다이오드의 전형적인 기타 특징들은 일부 다른 레이저들과 비교하여 고온 감도/가변성 및 높은 발산성 빔을 포함한다. 레이저 다이오드는 전형적으로 레이저의 광축을 가로지르는 평면에 축-비대칭 프로파일을 갖는 빔을 방출한다. 특히, 방출된 빔은 직교 제2 축("저속 축(slow axis)"이라 지칭함)에서 보다 제1 축("고속 축(fast axis)"이라 지칭함)에서 훨씬 더 빠르게 발산한다. 대조적으로, 다른 형태들의 레이저들, 예를 들면 파이버 레이저는 가로면에서 축-대칭 프로파일을 갖는 빔을 전형적으로 방출한다.

[0005] 레이저-계 치료 장치들은 전형적으로, 원하는 타겟조직에, 레이저 방사선을 주사, 형상화, 조정, 보내는 및/또는 그렇지 않으면 영향을 주는 레이저 소스의 하류에 광학물품을 포함한다. 이러한 광학물품은 빔의 광학적 매개변수들, 예를 들면 빔의 방향, 전파성들 또는 형상(예, 수렴, 발산, 평행됨(collimated), 점 크기, 각 분포, 시간적 및 공간적 간섭성, 및/또는 세기 프로파일을 제어하기 위한 렌즈, 거울 및 기타 반사 및/또는 투과 요소들을 포함할 수 있다.

[0006] 일부 장치들은 조직에 방사선 조사 구역들(radiated areas)의 패턴(예, 점, 선 또는 기타 형상들)을 생성하기 위하여 레이저 빔을 주사하기 위한 시스템들을 포함한다. 일부 적용예에서, 조직의 타겟 구역의 완전한 범위(coverage)를 제공하기 위하여 방사선 조사 구역들의 주사 패턴은 서로 중첩되거나, 서로 실질적으로 인접하거나, 또는 연속적이다. 다른 적용예들, 예를 들면 일부 주름 치료, 혈관 치료, 착색 치료, 소염 치료 및 기타 피부 재생 치료에 있어서, 주사된 방사선 조사 구역들은 조직의 전체 타겟 구역의 일 부분만이 치료 시간(session) 동안에 조사되도록 비-조사 구역들에 의해 서로 이격될 수 있다. 그래서, 이러한 적용예들에서, 일반적으로 치료된 조직의 구역들 사이에 치료되지 않은 조직의 구역들이 있게 된다. 이 형태의 치료는 타겟 구역의 일부분만이 치료 시간 동안에 조사되기 때문에 "부분(fractional)" 치료(또는 보다 구체적으로는 일부의 경우들에서 부분 광열분해)로서 알려졌다.

[0007] 일부 공지 주사시스템들은 방사선 조사 구역들의 주사된 패턴을 형성하기 위하여 장치 하우징 또는 구조체에 대하여 방사선 소스 자체를 이동시킨다. 기타 공지된 주사시스템들은 장치 하우징 또는 구조체에 대하여 방사선 소스를 이동시키기 보다는 오히려, 방사선 빔을 방사선 조사 구역들의 패턴에 주사하기 위하여, 하나 이상의 가동 광학 요소들(예, 거울 및/또는 렌즈)을 이용한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 개시는 방사선을 이용하는 피부 치료 장치들 및 방법들, 예를 들면 부분 치료를 제공하기 위한 레이저-계 장치들에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 일부 실시예들에서, 방사선-계 피부 치료, 예를 들면 피부 재 서페이싱(resurfacing), 피부 재생, 주름 치료, 착색의 제거 또는 감소, 제모, 여드름 치료, 피부 조임(tightening), 발적, 모세혈관 확장증 또는 검붉은 모반 등의 혈관치료, 임신선, 안티-에이징 또는 주사, 여드름 또는 백반증을 치료하는 등의 소염 피부 치료를 제공하기 위한 핸드-헬드 소형 장치가 제공된다. 기타 실시예들은 눈 조직 또는 내부 기관 등의 비-피부 조직 치료에 적용될 수 있다. 특정 실시예들에서, 장치는 하나 이상의 방사선 소스들 (예를 들면 하나 이상의 레이저들) 및 주사빔들의 어레이를 피부에 전달하기 위한 자동 주사시스템을 포함하며, 반면에 장치는 피부에 이산의 치료점들의 어레이를 생성하기 위하여, 예를 들면 부분 열적 치료를 제공하기 위하여 피부를 가로질러 수동적으로 이동된다. 기타 실시예들에서, 장치는 치료 구역의 전 범위 (즉, 비-부분 치료)를 위하여, 예를 들면 피부 조임을 위하여 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 장치는 비-열적 치료, 예를 들면 세균성 포르피린에 작용하는 청색광 치료 등의 광화학 치료, 미토콘드리아에 작용하는 저 레벨의 광선 요법의 광생물학 치료 , 광역학 요법(PDT) 등을 제공할 수 있다.

[0010] 장치는 하나 이상의 빔들의 형태로 에너지를 방사하여 피부 치료를 제공하는 피부의 하나 이상의 방사선 조사

구역들을 생성하는 하나 이상의 방사선 소스들을 포함할 수 있다. 여기서 사용된 "방사선"은 전자파 방사선, UV, 가시광선, 및 IP 광선, 고주파, 초음파, 마이크로파 등을 포함하는 임의의 방사 에너지를 포함할 수 있다. 방사선 소스는 하나 이상의 간접성 또는 비 간접성 에너지 빔들을 방사하는 임의의 적합한 장치, 예를 들면 레이저, LED, 플래시, 초음파 장치, RF 장치, 마이크로파 이미터 등을 포함할 수 있다. 에너지 빔들은 임의의 적합한 방식으로, 예를들어, 펄스파, 연속파(CW), 또는 다른 것(특정 실시예, 적용 또는 장치 세팅에 의존함)으로 발생되고, 그리고 피부에 출력 빔들의 주사 어레이를 전달하기 위하여 자동 주사시스템에 의해 주사된다. 일부 실시예들에서, 방사선 소스는 치료를 달성하기 위하여 피부로 주사되고 전달되는 하나 이상의 레이저 빔들을 생성하는 레이저, 예를 들면 에지 방출 레이저 다이오드(edge emitting laser diode), 레이저 다이오드 바아, HeNe 레이저, YAG 레이저, VCSEL 레이저, 또는 기타 형태들의 레이저이다. 여기서 단수형의 방사선 소스 또는 에너지 빔의 언급은 별도로 특정되지 않으면, 예를 들면 단일 방사선 소스, 또는 단일 에너지 빔에 대한 언급, 방사선 소스들 또는 에너지 빔들에 대한 언급(또는 다수의 방사선 소스들, 또는 다수의 에너지 빔들에 대한 언급)이 없다면, 적어도 하나의 방사선 소스 또는 적어도 하나의 에너지 빔을 의미하는 것으로 해석되어야 한다는 것을 이해해야 할 것이다.

[0011] 일부 실시예들에서, 장치는 주사 및/또는 펄스 에너지 빔들(scanned and/or pulsed energy beams)을 피부에 자동적으로 제공하여 부분 피부 치료, 예를 들면 피부 재 서페이싱, 피부 재생, 주름 치료, 착색의 제거 또는 감소, 광손상에 의한 거친 피부의 치료 등을 제공한다. 피부에 전달된 각 주사 및/또는 펄스 에너지 빔은 여기서는 "전달 빔(delivered beam)"이라 지칭된다. 부분 치료를 제공하는 실시예들에서, 각 전달 빔은 피부의 표면에 방사선 조사 치료 점(또는 "치료점" 및 여기서 마이크로 열적 존(MTZ)으로 지칭되는 피부의 표면 아래로 연장되는 3 차원 체적의 열손상(또는 그렇지 않으면 광화학적으로 영향을 받은) 피부를 형성한다. 각 MTZ은 피부 표면으로부터 피부 아래로 연장될 수 있고 또는 실시예, 장치 세팅 또는 특별한 적용에 따라서, 피부 표면 아래의 어떤 깊이에서 시작하여 피부 안으로 더 아래로 연장될 수 있다. 장치는 치료되지 않은(즉, 방사선이 조사되지 않거나 또는 방사선이 덜 조사된) 피부의 체적들에 의해 서로 횡 방향으로 이격된 피부의 MTZ들의 어레이를 생성하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 장치의 적용 단부(application end)는 치료 시간(treatment session) 동안에 피부의 표면을 가로질러 수동으로(예를 들면, 글라이딩 방식으로) 이동될 수 있다. 빔들의 자동 주사 어레이는 (피부에 MTZ들의 어레이를 생성하기 위하여), 피부를 가로질러 장치가 이동하는 동안에 (이것을 여기서는 "글라이딩 모드(gliding mode)" 치료라 지칭함) 또는 피부를 가로지르는 장치의 이동들 사이에 (이것을 여기서는 "스탬핑 모드(stamping mode)"치료라 지칭함), 또는 이들 모드의 조합 또는 다른 동작의 모드로, 피부에 전달될 수 있다. 인접한 MTZ들 사이의 치료되지 않은(즉, 방사선이 조사되지 않은) 피부의 구역들에 의해 촉진된 피부의 치유 응답(response)은 치료 구역에 부분 치료 이점들(예를 들면, 피부 재 서페이싱 또는 재생, 주름 제거 또는 감소, 색소 제거 또는 감소 등)을 제공한다. 일부 실시예들 및 적용들에서, 소형 핸드-헬드 장치는 전문 장치들과 유사한 결과를 나타낼 수 있지만, 다수의 치료들 또는 날들(days)(예를 들면, 30 일 치료 루틴 또는 2 치료시간/주 치료 루틴) 에 걸쳐서 단일의 전문 투여량(dose)의 균등량을 더 서서히 전달하기 위하여 홈 사용 모델에 영향을 준다. 피부 재생은 일반적으로 주름, 색채이상(dyschromia), 색소의 병변, 광선 각화증, 기미, 피부 결, 발적 또는 홍반, 피부 조임(tightening), 피부 이완의 치료들 및 기타 치료들 중 적어도 하나 이상을 포함한다.

[0012] 여기서 사용된 "부분" 치료는 피부 표면에 발생된 개별적 치료 점들이 방사선이 조사되지 않는 (또는 방사선이 덜 조사된) 피부의 구역들에 의해 서로 물리적으로 분리되는 (그래서 이러한 치료 점들에 해당하는 MTZ 들은 일반적으로 서로 물리적으로 분리되는) 치료를 의미한다. 다시 말해서, 부분 치료에서, 인접한 치료 점들(그리고 그래서 그것들의 해당하는 MTZ들)은 서로 접촉하거나 또는 중첩되지 않는다. 피부에 치료 점들의 연속적인 어레이를 생성하기 위하여 방사선 소스 (예를 들면 레이저)를 자동적으로 주사 및/또는 펄스화하는 일부 실시예들에서, 자동 주사율 및/또는 펄스율은 장치가 피부에 걸쳐서 수동적으로 이동되거나 또는 글라이딩되는 전형적 또는 예상 속력 (여기서는 "수동 글라이드 속력(manual glide speed)" (예를 들면 글라이딩 모드에서 장치의 동작))과 같은 다양한 인자들에 기초하여 설정 및/또는 제어될 수 있다. 특히, 자동 주사 속력 및/또는 펄스율은 전형적 또는 예상 수동 (또는 기계적으로 구동되는) 글라이드 속력들의 범위에 대하여 인접한 치료점들 또는 치료점들의 인접한 열들이 치료되지 않은 피부의 구역들에 의해 물리적으로 서로 분리되도록(즉, 부분 치료가 제공되도록), 설정 및/또는 제어될 수 있다. 일부 실시예들에서, 장치는 빔들의 연속적인 일련의 자동 주사 열들을 피부에 전달하고 반면에 장치는 피부에 치료점들의 연속적인 열들을 만들기 위하여 피부에 걸쳐서 수동적으로 글라이딩된다. 이러한 실시예들에서, 자동 주사율은 전형적 또는 예상 수동 글라이드 속력들의 범위에 대하여 치료점들의 인접한 열들이 서로 예정된 최소 비-제로 거리, 예를 들면 1500 ㎛로부터 물리적으로 분리되도록, 설정 또는 선택될 수 있다.

[0013] 일부 실시예들에서, 장치는 피부에 다양한 깊이로 MTZ들을 생성함으로써 3D 부분치료를 제공하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 이것은 (a) 여러가지 깊이로 MTZ들을 생성하기 위하여, 빔들을 주사함으로써, 예를 들면 여러가지 초점 깊이들을 제공하도록 구성된 주사용 광학물품을 사용함으로써, 또는 여러가지 주사 빔들에 대하여 파장들, 펄스 에너지들, 펄스 폭들 등을 제어함으로써, (b) 예를 들면, 전달 빔들의 초점들을 동적으로 조절하기 위하여, 하나 이상의 방사선 소스들, 주사용 광학물품 또는 기타 광학물품을 동적으로 이동시키거나 또는 조절함으로써, (c) 여러가지 깊이에 MTZ들을 생성하도록 구성된 다수의 방사선 소스들을 제공함으로써, 예를 들면 피부 표면, 초점 깊이들, 파장들, 펄스 에너지들, 펄스 폭들, 또는 기타 매개변수들로부터 여러가지 거리들에 배열된 다수의 방사선 소스들을 사용함으로써, 또는 (d) 임의의 기타 적합한 방식으로, 달성될 수 있다.

[0014] 장치는 임의의 적합한 (투과, 반사 또는 기타의) 빔 주사용 광학물품을 포함하는 임의의 적합한 빔 주사시스템을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 장치는 투과성 디스크 형상 멀티-섹터 빔 주사 요소 둘레에 원주방향으로 배열된 다수의 섹터들(예를 들면 소형 렌즈들(lenslets))을 포함하는 상기 주사 요소를 포함할 수 있다. 그 디스크 형상 주사 요소의 멀티 섹터들 또는 소형 렌즈들은 입력 빔을 출력 빔들의 순차적 어레이에 주사하도록 구성될 수 있으며, 각각은 피부의 여러가지 장소들에 치료점들의 어레이를 제공하도록 적어도 하나의 다른 출력 빔으로부터 각도면에서 및/또는 평행이동적으로 (angularly and/or translationally) 오프셋되어 있다.

[0015] 다른 실시예들에서, 장치는 투과성의 컵 형상 멀티-섹터 빔 주사요소를 포함할 수 있으며, 이 투과성의 컵 형상 멀티-섹터 빔 주사요소는 그 주사요소의 둘레에 원주방향으로 배열된 다수 섹터들(예를 들면 소형 렌즈들)을 포함한다. 상기 컵-형상 주사요소의 다수 섹터들 또는 소형 렌즈들은 출력 빔들의 순차적 어레이로 입력 빔을 주사하도록 구성될 수 있으며, 출력 빔의 각각은 피부에 여러 장소들에 치료 점들의 어레이를 제공하기 위하여 적어도 하나의 다른 출력 빔으로부터 각도면에서 및/또는 평행이동적으로 오프셋되어 있다.

[0016] 다른 실시예들에서, 장치는 반사성의 계단 형상의(stair-stepped) 빔 주사요소를 포함할 수 있으며 이 반사성 계단 형상의 빔 주사요소는 그 주사요소의 둘레에 원주방향으로 배열된 다수의 섹터들(예를 들면 반사 표면들)을 포함한다. 상기 계단 형상 주사요소의 다수 섹터들 또는 반사 표면들은 출력 빔들의 순차적 어레이로 입력 빔을 주사하도록 구성될 수 있으며, 출력 빔의 각각은 피부에 여러 장소들에 치료 점들의 어레이를 제공하기 위하여 적어도 하나의 다른 출력 빔으로부터 각도면에서 및/또는 평행이동적으로 오프셋되어 있다.

[0017] 이 실시예들중 어느 것에서도, 빔 주사요소는 "일정한 각 편향(angular deflection)" 출력 빔들을 제공하도록 구성될 수 있으며, 여기서 주사요소로부터의 각 출력 빔은 그 출력 빔의 지속시간 동안 (즉, 그 출력 빔을 만들어내는 주사 요소 섹터에 입력 빔이 작용하는 지속시간 동안)에 장치 하우징(즉, 일정한 전파 방향)에 대하여 일정하거나 실질적으로 일정한 편향 각을 유지한다. 다시 말하면, 일정한 각 편향 출력 빔들에서, 장치가 피부에 부동상태를 유지한다면, 각 출력 빔은 피부에 부동의 또는 실질적으로 부동의 치료 점을 생성한다.

[0018] 일부 실시예들에서, 장치는 변위-계 제어 시스템(displacement-based control system)을 포함하며, 변위-계 제어 시스템은 피부를 가로지르는 장치의 가로 변위(lateral displacement)를 측정 또는 평가하고 장치의 결정된 변위에 기초한 장치의 하나 이상의 양상들(aspect) (예를 들면, 방사선 소스의 온/오프 상태, 펄스율, 자동 주사율 등)을 제어하도록 구성된 변위 센서 및 전자 장치(electronics)를 포함한다. 예를 들면, 변위-계 제어 시스템은 치료 점들의 주사 열들 사이의 원하는 간격을 제공하기 위하여(부분 치료에 대하여) 및/또는 치료 점 중첩의 발생빈도(incidence) 또는 가능성을 방지 또는 감소시키기 위하여 주사 빔들의 전달을 제어할 수 있다. 예를 들면, 장치가 일련의 치료 점 열들을 생성하기 위하여 일련의 주사 빔 열들을 발생 및 전달하기 때문에, 변위 모니터링 및 제어 시스템은 다음의 주사 빔 열(또는 열내의 개개의 빔들)이 장치가 앞서의 치료 장소 (예를 들면, 앞서 전달된 주사 빔 열의 시작시의 장치 장소)로부터 예정 거리 변위되었을 때만 발생 및/또는 전달될 수 있도록 할 수 있다. 그렇지 않으면, 장치는 장치의 변위가 예정 거리를 만족시키거나 또는 초과할 때까지 빔들의 발생 및/또는 전달을 차단할 수 있다. 일부 실시예들에서, 예정 거리는 변위 센서에 의해 검출될 수 있는 피부의 예정된 수의 연속성 표면 특징들(features)에 기초를 둔다. 다른 실시예들에서는, 변위는 기계적 롤러들, 광학 마우스 센서들 등과 같은 다른 형태들의 거리 검출에 의해 측정될 수 있다. 다른 실시예들에서, 드웰(dwell) 센서 및/또는 동작(motion)센서가 동일한 피부 부위를 반복적으로 치료할 위험성을 감소시키는데 사용될 수 있다.

[0019] 일부 실시예들에서, 장치는 단일 방사선 소스, 예를 들면 에지 방출 레이저 다이오드, 단일 마이크로-이미터 존을 갖는 VCSEL, LED 또는 플래시를 포함한다. 특정 치료들에 대하여, 단일 방사선 소스는 일반적으로 "주사 방향(scan direction)"으로 연장되는 전달 빔들의 선 또는 어레이를 제공하도록 자동적으로 주사될 수 있으며 반면에 장치는 주사 방향에 일반적으로 수직인 "글라이드 방향(glide direction)"으로 피부를 가로질러 글라이딩

되고, 그래서 피부에 일반적으로 치료점들의 2차원 어레이를 형성한다. 그래서, 치료점들의 더 큰 어레이는 장치를 피부를 가로질러 임의의 적절한 방향(들) 또는 패턴(들)으로 여러 번 글라이딩함으로써 생성될 수 있다.

[0020] 다른 실시예들에서, 장치는 다수의 방사선 소스들, 예를 들면 다수 에지 방출 레이저 다이오드들, 다수의 이미터들을 갖는 레이저 다이오드 바 (또는 다수의 레이저 다이오드 바들), 다수의 마이크로-이미터 존들을 갖는 VCSEL (또는 다수의 VCSEL들), 또는 다수의 LED들을 포함한다. 다수의 방사선 소스들은 자동 주사시스템에 의해 집단적으로 주사될 수 있거나 다수의 자동 주사시스템들에 의해 독립적으로 주사될 수 있어, 원하는 대로 피부에 전달 빔들의 어레이를 형성한다.

[0021] 일부 실시예들에서, 장치는 소형, 핸드-헬드 하우징내에 완전히 또는 실질적으로 독립적(self-contained)이다. 예를 들면, 장치의 일부 배터리-전력 구현예들에서, 방사선 소스(들), 사용자 인터페이스(들), 제어 전자 장치, 센서(들), 배터리 또는 배터리들, 팬(들) 또는 기타 냉각 시스템 (만약 있다면), 주사시스템 및/또는 임의 기타 광학물품은 소형, 핸드-헬드 하우징에 모두 포함된다. 유사하게, 장치의 일부 벽-콘센트-동력(wall-outlet-powered) 구현예들에서, 방사선 소스(들), 사용자 인터페이스(들), 제어 전자 장치, 센서(들), 배터리 또는 배터리들, 팬(들) 또는 기타 냉각 시스템 (만약 있다면), 주사시스템 및/또는 임의 기타 광학물품은 소형, 핸드-헬드 하우징에 모두 포함되고 전력코드만이 장치로부터 연장된다.

[0022] 기타 실시예들에서, 장치의 하나 이상의 주 부품들은 장치 하우징으로부터 분리될 수 있고 임의의 적절한 물리적 또는 무선 수단(예를 들면 와이어, 케이블, 섬유, 무선 통신 링크 등)에 의해 연결될 수 있다.

[0023] 일부 실시예들에서, 장치는 예를 들면, 실질적으로 발산성 에너지 빔을 전달하고 (예를 들면, 어떠한 하류 광학물품을 가지지 않고 에지 방출 레이저 다이오드를 사용함으로써) 및/또는 하나 이상의 센서들을 포함하는 눈 안전 제어 시스템을 사용함으로써 및/또는 임의의 기타 적합한 방식에 의해, 눈 안전 방사선을 제공한다. 일부 레이저-계 구현예들 또는 셋팅들에서, 장치는 편리상 여기서 "레벨 1 눈 안전(eye safety)"이라 지칭되는, IEC 60825-1 에 의한 등급 1M 또는 그 이상(예를 들면 등급 1) 눈 안전 분류를 만족시킨다. 다른 구현예들 또는 셋팅들에서, 장치는 여기서, 편의상 "레벨 2 눈 안전"이라 지칭되는, 관련 최대 허용 노광량(Maximum Permissible Exposure,MPE)(700-1050 nm 파장 방사선에 대하여) 또는 노출 방출 한계(Accessible Emission Limit)(AEL)(1400-1500 nm 또는 1800-2600 nm 파장 방사선에 대하여)을 50% 미만만큼 초과한다. 또 다른 구현예들 또는 셋팅들에서, 장치는 여기서, 편의상 "레벨 3 눈 안전"이라 지칭되는, 관련 최대 허용 노광량(MPE)(700-1050 nm 파장 방사선에 대하여) 또는 노출 방출 한계(Accessible Emission Limit)(AEL) (1400-1500 nm 또는 1800-2600 nm 파장 방사선에 대하여)을 100% 미만만큼 초과한다. IEC 60825-1에 규정된 바와 같이, 예를 들면, 700-1050 nm 파장 방사선에 대한 노출 방출 한계(AEL)는 아래에 기술된다. 관련이 있는, 예를 들면 700-1050 nm 파장 방사선에 대한 최대 허용 노광량(MPE)은 아래에 기재되지 않지만 IEC 60825-1:2007에 규정되어 있다. 기타 구현예들 또는 셋팅들에서, 장치는 IEC 60825-1 에 의한 등급 1M 이후의 그 다음으로 높은 눈 안전 분류, 즉 여기서 편의상 "레벨 4 눈 안전"이라 지칭되는 등급 3B을 만족시킨다.

[0024] 일부 실시예들에서, 장치는 하루에 한번 또는 두번, 몇 분 또는 그 이하의 치료 시간을 포함하는 가정용 치료 계획을 사용하는 부분 치료를 제공하는 데 적합할 수 있다. 일부 실시예들에서, 예를 들면 4 분의 치료시간은 예를 들어 전 안면 치료에 대하여 약 300 ㎠ (약 4 in^2)의 유효치료를 가능케 한다. 또한, 특정 실시예들은 소형 배터리의 사용을 가능케 하며 임의의 팬(들) 없이 열 제어를 가능케 한다. 예를 들면, 일부 실시예들에서, 구리의 소형 원통형 블록은 치료 시간 동안에 레이저로부터 폐열을 흡수할 수 있어, 팬을 사용하지 않고 다이오드의 과도한 온도를 방지한다. 기타 실시예들은 장치 부품들의 증가된 냉각을 위한 적어도 하나의 팬을 포함할 수 있다.

[0025] 일부 실시예들에서, 장치는 선택된 치료 구역(예를 들면, 전체 안면, 안와골 구역 등), 동작 모드, 에너지 레벨, 전력 레벨 및/또는 다른 치료 매개변수들에 대응할 수 있는 예정된 수의 빔들을 전달할 수 있다(그래서, 피부에 예정된 수의 치료 점들을 제공할 수 있다). 일부 실시예들에서, 장치는 타겟 구역내에서 피부를 가로질러 임의의 속력으로 글라이딩되고 예정된 수의 빔이 전달될 때까지 타겟 구역에 걸쳐 여러 번을 반복적으로 글라이딩될 수 있으며, 그 지점에서 장치는 치료를 자동적으로 종료할 수 있다.

[0026] 일부 실시예들에서, 장치는 치료점 중첩의 발생빈도 또는 가능성, 과잉 치료점 밀도 또는 원하지 않는 치료 조건들, 예를 들면 하나 이상의 센서들(예를 들면, 하나 이상의 드웰 센서들, 동작/속력 센서들 및/또는 변위 센서들)로부터의 피드백에 기초하여, 방지, 제한 또는 감소하도록 제어될 수 있다. 예를 들면, 장치는 피부에 대한 장치의 속력 또는 변위를 모니터링하고, 장치가 앞의 치료 장소로부터 피부상에서 최소 임계 거리만큼 이동되지 않았다는 것을 검출하였을 때 예를 들어 방사선 소스를 턴오프하거나, 펄스율 등을 감소시켜, 방사선 소스

를 제어할 수 있다. 또한, 일부 실시예들에서, 펄스율은 장치에 의해 자동적으로 및/또는 사용자에 의해 수동적으로, 예를 들면, 여러가지 다른 수동의 글라이드 속력들 및/또는 사용자의 여러가지 다른 쾌감 레벨들 또는 통증내성 레벨들을 수용하도록, 조절될 수 있다.

[0027] 일 실시예에서, 방사선을 주사하여 피부에 치료점들의 패턴을 형성함으로써 피부의 구역을 치료하는 장치는: 입력 빔을 발생시키도록 구성된 방사선 소스; 및 피부에 치료점들의 패턴을 형성하는 순차적 일련의 반사된 출력 빔(a sequential series of reflected output beams)들을 제공하기 위하여 입력 빔을 주사하도록 구성된 주사 시스템을 포함하며, 상기 주사시스템은: 회전 주사 요소가 회전축 둘레로 회전함에 따라 입력 빔이 순차적 일련의 반사된 출력 빔들을 제공하기 위하여 각각 다른 반사표면들에 의해 순차적으로 반사되도록, 복수의 반사표면들(여기서 각 반사표면은 반사 출력 빔들 중의 하나를 제공하기 위하여 각 방향(an angular direction)으로 입력 빔을 반사하도록 구성됨)을, 포함하는 회전하는 주사요소를 포함한다; 여기서 제1 반사표면은 일반적으로 회전하는 주사요소의 회전축을 따른 방향에서(in a direction generally along the axis of rotation) 제2 반사표면으로부터 오프셋되어 있다.

[0028] 추가 실시예에서, 주사시스템은 부분 치료를 제공하기 위하여 피부상에 각각 서로 이격되어 있는 치료점들의 패턴을 형성하도록 구성되어 있다. 추가 실시예에서, 각 반사표면은 평면이다. 추가 실시예에서, 제1 반사표면은 제1 평면을 정의하고; 제2 반사표면은 제1 평면에 평행하고 제1 평면으로부터 오프셋된 제2 평면을 정의한다. 추가 실시예에서, 입력 빔은 회전 주사요소의 특정 회전 동안의 지속시간동안에 제1 반사표면에 의해 반사되며; 제1 반사표면은, 입력 빔이 제1 반사표면에 의해 반사되는 지속시간 동안에 반사된 출력 빔의 회전 주사요소의 회전축에 대한 각 방향이 일정하게 유지되도록 구성된다. 추가 실시예에서, 반사된 출력 빔들의 적어도 두개의 각 방향이 서로 평행하다. 추가 실시예에서, 장치는, 회전 주사요소의 하류에 배치되고 서로 평행한 상기 적어도 두개의 출력 빔들을 받아서 서로 평행하지 않은 상기 적어도 두개의 출력 빔들을 출력하도록 구성된 하나 이상의 광학요소들을 추가로 포함한다. 추가 실시예에서, 하류에 배치된 상기 하나 이상의 광학요소는 서로에 대하여 수렴하는 상기 적어도 두개의 출력 빔을 출력한다. 추가 실시예에서, 하류에 배치된 상기 하나 이상의 광학요소는 서로에 대하여 발산하는 상기 적어도 두개의 출력 빔을 출력한다. 추가 실시예에서, 제1 반사표면에 입사하는 입력 빔은 적어도하나의 축에 발산하거나 또는 수렴한다. 추가 실시예에서, 제1 반사표면에 입사하는 입력 빔은 제1 축에서 발산하고 제2 축에 수렴한다. 추가 실시예에서, 제1 반사표면에 입사하는 입력 빔은 평행하게 된다(collimated). 추가 실시예에서, 제1 반사표면으로부터 전파되는 반사된 출력 빔은 적어도 하나의 축에서 발산하거나 적어도 하나의 축에 수렴한다. 추가 실시예에서, 제1 반사표면으로부터 전파되는 반사된 출력 빔은 제1 축에서 발산하고 제2축에 수렴한다. 추가 실시예에서, 제1 반사표면으로부터 전파되는 반사된 출력 빔은 평행하게 된다. 추가 실시예에서, 방사선 소스로부터 제1 반사표면으로의 입력 빔의 제1 이동 거리는 방사선 소스로부터 제2 반사표면으로의 입력 빔의 제2 이동 거리와 다르다. 방사선 소스로부터 제1 반사표면과 거리 보상 광학물품을 거쳐서 피부로의 방사선의 제1 총 경로길이가 방사선 소스로부터 제2 반사표면과 거리 보상 광학물품을 거쳐서 피부로의 방사선의 제2 총 경로길이와 동일하도록, 장치는 방사선 소스에서 제1 반사표면으로의 입력 빔의 제1 이동 거리와 방사선 소스에서 제2 반사표면으로의 입력 빔의 제2 이동 거리 사이의 차를 보상할 수 있게 구성된 거리 보상 광학물품을 추가로 포함한다. 추가 실시예에서, 거리 보상 광학물품은 복수의 광학요소들을 포함하며, 각 광학요소는 반사표면들 중 하나에 대응한다. 추가 실시예에서, 거리 보상 광학물품은 단일 광학요소이다. 추가 실시예에서, 반사표면들은 회전 주사요소의 계단 형 구조를 전체적으로 정의한다. 추가 실시예에서, 방사선 소스에 의해 발생된 방사선은 제1 축에 따른 제1 축 세기 프로파일과 제1 축에 수직인 제2 축에 따른 제2 축 세기 프로파일을 가지며, 그리고 장치는: 방사선의 제2 축 세기 프로파일보다 더 크게 방사선의 제1 축 세기 프로파일에 영향을 미치도록 구성된 제1 광학물품 및 방사선의 제1 축 세기 프로파일보다 더 크게 방사선의 제2축 세기 프로파일에 영향을 미치도록 구성된 제2 광학물품을 포함한다. 추가 실시예에서, 제1 광학물품은 방사선의 제1 축 세기 프로파일에 영향을 미치지만 제2 축 세기 프로파일에 영향을 미치지 않고; 제2 광학물품은 방사선의 제2 축 세기 프로파일에 영향을 미치지만 제1 축 세기 프로파일에 영향을 미치지 않는다.

[0029] 또 하나의 실시예에서, 피부에 치료점들의 패턴을 형성하기 위하여 방사선을 주사함으로써 피부의 구역을 치료하기 위한 장치는: 입력 빔을 발생하도록 구성된 방사선 소스; 및 피부에 치료점들의 패턴을 형성하는 순차적인 일련의 반사된 출력 빔들을 제공하기 위하여 입력 빔을 주사하도록 구성된 주사시스템을 포함하며, 상기 주사시스템은: 회전 주사 요소가 회전축 둘레로 회전함에 따라 입력 빔이 순차적인 일련의 반사 출력 빔들을 제공하기 위하여 각각 다른 반사표면들에 의해 순차적으로 반사되도록, 복수의 반사표면들(여기서 각 반사표면은 반사된 출력 빔들 중의 하나를 제공하기 위하여 각 방향으로 입력 빔을 반사하도록 구성됨)을 포함하는 회전 주사요소를 포함한다; 여기서 제1 반사표면은 제1 평면을 정의하고 제2 반사표면은 제1 평면과 평행하고 제1 평면으로부

터 오프셋된 제2 평면을 정의한다.

[0030] 추가 실시예에서, 입력 빔은 회전 주사요소의 특정 회전 동안의 지속시간 동안에 제1 반사표면에 의해 반사되며; 제1 반사표면은, 입력 빔이 제1 반사표면에 의해 반사되는 지속시간동안에 반사된 출력 빔의 회전 주사요소의 회전축에 대한 각 방향이 일정하게 유지되도록 구성된다. 추가 실시예에서, 주사시스템은 부분 치료를 제공하기 위하여 피부에 서로 이격된 치료점들의 패턴을 형성하도록 구성된다.

[0031] 또 하나의 실시예에서, 피부에 치료점들의 패턴을 형성하기 위하여 방사선을 주사함으로써 피부의 구역을 치료하기 위한 장치는: 입력 빔을 발생하도록 구성된 방사선 소스; 및 피부에 치료점들의 패턴을 형성하는 순차적 일련의 반사된 출력 빔들을 제공하기 위하여 입력 빔을 주사하도록 구성된 주사시스템을 포함하며, 상기 주사시스템은: 회전 주사 요소가 회전축 둘레로 회전함에 따라 입력 빔이 순차적 일련의 반사된 출력 빔들을 제공하기 위하여 각각 다른 반사표면들에 의해 순차적으로 반사되도록, 복수의 반사표면들(여기서 각 반사표면은 반사된 출력 빔들 중의 하나를 제공하기 위하여 각 방향으로 입력 빔을 반사하도록 구성된다)을 포함하는 회전 주사요소를 포함한다; 여기서, 복수의 반사표면들로부터 전파되는 순차적 일련의 반사된 출력 빔들이 서로 평행하다.

[0032] 추가 실시예에서, 입력 빔은 회전 주사요소의 특정 회전 동안의 지속시간 동안에 각 반사표면에 의해 반사되며; 각 제1 반사표면은 입력 빔이 그 반사표면에 의해 반사되는 시간의 지속 시간 동안에 그 반사표면에 의해 제공된 반사된 출력 빔의 각 방향이 회전 주사요소의 회전축에 대하여 일정하게 유지되도록 구성된다. 추가 실시예에서, 주사시스템은 부분 치료를 제공하기 위하여, 피부에 서로 이격된 치료점들의 패턴을 형성하도록 구성된다.

[0033] 또 하나의 실시예에서, 방사선을 주사하여 피부에 치료점들의 패턴을 형성함으로써 피부의 구역을 치료하는 장치는: 입력 빔을 발생시키도록 구성된 방사선 소스; 및 피부에 치료점들의 패턴을 형성하는 순차적 일련의 반사된 출력 빔들을 제공하기 위하여 입력 빔을 주사하도록 구성된 주사시스템을 포함하며, 상기 주사시스템은 회전축을 가지며 복수의 반사표면들(여기서 각 반사표면은 반사된 출력 빔들 중 하나를 제공하기 위하여 각 방향으로 입력 빔을 반사하도록 구성된다)을 포함하는 회전 주사요소 (여기서, 방사선 소스로부터 반사표면들 중 제1 반사표면으로의 입력 빔의 제1 이동 거리는 방사선 소스로부터 반사표면들 중 제2 반사표면으로의 입력 빔의 제2 이동 거리와 다르다) 및 방사선 소스로부터 제1 반사표면과 거리 보상 광학물품을 거쳐서 피부로의 방사선의 제1 총 경로길이가 방사선 소스로부터 제2 반사표면과 거리 보상 광학물품을 거쳐서 피부로의 방사선의 제2 총 경로길이와 동일하도록, 방사선 소스에서 제1 반사표면으로의 입력 빔의 제1 이동 거리와 방사선 소스에서 제2 반사표면으로의 입력 빔의 제2 이동 거리 사이의 차를 보상할 수 있게 구성된 거리 보상 광학물품을 포함한다.

[0034] 추가 실시예에서, 입력 빔은 회전 주사요소의 특정 회전 동안의 시간의 지속 동안에 각 반사표면에 의해 반사되며; 각 제1 반사표면은, 입력 빔이 그 반사표면에 의해 반사되는 시간의 지속 동안에 그 반사표면에 의해 제공된 반사된 출력 빔의 각 방향이 회전 주사요소의 회전축에 대하여 일정하게 유지되도록, 구성된다.

[0035] 또 하나의 실시예에서, 피부에 치료점들의 패턴을 형성하도록 방사선을 주사함으로써 피부의 구역을 치료하기 위한 장치는 방사선 소스에 의해 발생된 입력 빔을 받고, 피부에 치료점들의 패턴을 형성하는 순차적 일련의 출력 빔들을 제공하기 위하여 그 받은 입력 빔을 주사하도록 구성된 자동 주사시스템을 포함하며, 자동 주사시스템은 회전축 둘레로 회전하도록 구성된 일반적으로 컵 형상 주사요소를 포함한다.

[0036] 추가 실시예에서, 자동 주사시스템은 부분 치료를 제공하기 위하여 피부에 서로 이격된 치료점들의 패턴을 형성하도록 구성되어 있다. 추가 실시예에서, 컵 형상 주사 요소의 회전축은 제로가 아니고 90도가 아닌 오프셋 각만큼 수광 입력 빔의 전파 축(a propagation axis)으로부터 각도면에서 오프셋되어 있다. 추가 실시예에서, 수광 입력 빔의 전파 축과 컵 형상 주사요소의 회전축 사이의 오프셋 각은 10도 내지 80도에 있다. 추가 실시예에서, 수광 입력 빔의 전파 축과 컵 형상 주사요소의 회전축 사이의 오프셋 각은 30도 내지 60도에 있다. 추가 실시예에서, 컵 형상 주사요소는, 회전 주사요소가 회전축을 중심으로 회전함에 따라 순차적 일련의 출력 빔들을 제공하기 위하여 각각 다른 소형 렌즈들의 표면들에 의해 순차적으로 반사되도록, 회전축 둘레에 배열된 복수의 소형 렌즈들(lenslets)을 포함한다. 여기서 각 소형 렌즈는 출력 빔들 중 하나를 제공하도록 구성된다. 추가 실시예에서, 소형 렌즈들은 각각 다른 소형 렌즈들에 의해 제공된 출력 빔들이 서로 각도에 있어서 오프셋되도록 구성된다. 추가 실시예에서, 소형 렌즈들은 각각 다른 소형 렌즈들에 의해 제공된 출력 빔들이 서로, 제로가 아니고 90도가 아닌 오프셋 각 만큼 컵 형상 주사요소의 회전축으로부터 각도에 있어서 오프셋된 주사 방향에서, 각도면에서 오프셋되도록 구성된다. 추가 실시예에서, 주사 방향과 컵 형상 주사요소의 회전축 사이의 오프셋 각은 10도 내지 80도에 있다. 추가 실시예에서, 주사 방향과 컵 형상 주사요소의 회전축 사이의 오프셋 각은 30도 내지 60도에 있다. 추가 실시예에서, 각 소형 렌즈는 제로가 아니고 90도가 아닌 오프셋 각 만큼 컵 형상 주

사요소의 회전축으로부터 각도에 있어서 오프셋된 중심선을 정의한다. 추가 실시예에서, 각 소형 렌즈의 중심선과 컵 형상 주사요소의 회전축 사이의 오프셋 각은 10도 내지 80도에 있다. 추가 실시예에서, 각 소형 렌즈의 중심선과 컵 형상 주사요소의 회전축 사이의 오프셋 각은 30도 내지 60도에 있다. 추가 실시예에서, 적어도 하나의 소형 렌즈는, 출력빔이 그 소형 렌즈에 의해 제공되는 지속 시간 동안에 그 소형 렌즈에 의해 제공된 출력빔이 입력 빔에 대하여 실질적으로 일정한 편향각을 유지하도록, 구성된다. 추가 실시예에서, 적어도 하나의 소형 렌즈는 원환 형상을 갖는다. 추가 실시예에서, 적어도 하나의 소형 렌즈의 상기 원환(toroid) 형상은 특정 축 둘레로 적어도 하나의 호(arc)를 회전시켜 정의된다. 추가 실시예에서, 적어도 하나의 소형 렌즈의 상기 원환 형상은 컵 형상 주사요소의 회전축 둘레로 적어도 하나의 호를 회전시켜 정의된다. 추가 실시예에서, 적어도 두개의 소형 렌즈들의 각각의 소형 렌즈 첨단부들(apexes)은 컵 형상 주사요소의 회전축으로부터 각각 다른 거리에 배열된다.

[0037] 또 하나의 실시예들에서, 방사선을 주사하여 피부에 치료점들의 패턴을 형성하여 피부의 구역을 치료하기 위한 장치는: 방사선 소스에 의해 생성된 입력 빔을 수광하고 피부에 치료점들의 패턴을 형성하는 순차적인 일련의 출력 빔들을 제공하도록 수광된 입력 빔을 주사하도록 구성된 자동 주사시스템을 포함하며, 자동 주사시스템은 회전축 둘레에 회전하도록 구성된 주사요소를 포함하며, 여기서 회전축은 제로가 아니고 90도가 아닌 오프셋 각만큼 수광된 입력 빔의 전파 축으로부터 각도적으로 오프셋되어 있다.

[0038] 추가 실시예에서, 회전 주사요소의 회전축과 수광 입력 빔의 전파축 사이의 오프셋 각은 10도와 80도 사이에 있다. 추가 실시예에서, 회전 주사요소의 회전축과 수광 입력 빔의 전파축 사이의 오프셋 각은 30도와 60도 사이에 있다. 추가 실시예에서, 자동 주사시스템은 부분 치료를 제공하기 위하여, 피부에 서로 이격된 치료점들의 패턴을 형성하도록 구성된다. 추가 실시예에서, 주사 요소는, 회전 주사요소가 회전축 둘레로 회전함에 따라 입력 빔이 순차적 일련의 출력 빔들을 제공하기 위하여 각각 다른 소형 렌즈들의 표면들에 의해 순차적으로 반사되도록, 회전축 둘레에 배열된 복수의 소형 렌즈들을 포함하며, 여기서 각 소형 렌즈는 출력 빔들의 하나를 제공하도록 구성된다. 추가 실시예에서, 적어도 하나의 소형 렌즈는, 그 소형 렌즈에 의해 제공된 출력 빔은 출력 빔이 그 소형 렌즈에 의해 제공되는 지속시간 동안에 입력 빔에 대하여 실질적으로 일정한 편향 각을 유지하도록 구성된다. 추가 실시예에서, 소형 렌즈들은, 각각 다른 소형 렌즈들에 의해 제공된 출력 빔들이 서로 각도에 있어서 오프셋되도록 구성된다. 추가 실시예에서, 소형 렌즈들은, 각각 다른 소형 렌즈들에 의해 제공된 출력 빔들이 서로, 제로가 아니고 90도가 아닌 오프셋 각 만큼 컵 형상 주사요소의 회전축으로부터 각도면에서 오프셋된 주사 방향으로, 각도면에서 오프셋되도록 구성된다. 추가 실시예에서, 회전 주사요소는 일반적으로 컵-형상이다. 추가 실시예에서, 회전 주사요소는 일반적으로 원판-형상이다.

[0039] 또 하나의 실시예에서, 피부에 치료점들의 패턴을 형성하기 위하여 방사선을 주사하여 피부의 구역을 치료하기 위한 장치는: 방사선 소스; 및 방사선 소스에 의해 발생된 입력 빔을 수광하고 피부에 치료점들의 패턴을 형성하는 순차적 일련의 출력 빔들을 제공하기 위하여 수광된 입력 빔을 주사하도록 구성된 회전 주사요소를 포함하는 자동 주사시스템을 포함하며, 여기서 회전 주사요소에서 수광된 입력 빔은 평행하지 않게 된다.

[0040] 추가 실시예에서, 회전 주사요소에서 수광된 입력 빔은 축-비대칭 빔 프로파일을 갖는다. 추가 실시예에서, 회전 주사요소에서 수광된 입력 빔은 제1 축에서 발산하고 직교 제2 축으로 수렴한다. 추가 실시예에서, 회전 주사요소에서 수광된 입력 빔은 제1 축 및 직교 제2 축에서 발산한다. 추가 실시예에서, 회전 주사요소에서 수광된 입력 빔은 제1 축 및 직교 제2 축으로 수렴한다. 추가 실시예에서, 회전 주사요소에서 수광된 입력 빔은 고속 축 빔 프로파일(a fast axis beam profile) 및 저속 축 빔 프로파일(a slow axis beam profile)을 가지며, 회전 주사요소는 고속 축 빔 프로파일보다 저속 축 빔 프로파일에 더 크게 영향을 주도록 구성된다. 추가 실시예에서, 회전 주사요소에서 수광된 입력 빔은 고속 축 빔 프로파일 및 저속 축 빔 프로파일을 가지며, 회전 주사요소는 고속 축 빔 프로파일에 크게 영향을 주지 않고 저속 축 빔 프로파일에 크게 영향을 주도록 구성된다. 추가 실시예에서, 회전 주사요소는 일반적으로 컵 형상이다. 추가 실시예에서, 회전 주사요소는 일반적으로 원판 형상이다. 추가 실시예에서, 회전 주사요소는 주사요소의 회전축 둘레에 배열된 복수의 주사 섹터들을 포함하며, 각 섹터는 출력 빔들의 하나를 제공하도록 구성되며; 그리고 적어도 하나의 주사 섹터는, 그 주사 섹터에 의해 제공된 출력 빔이, 그 소형 렌즈에 의해 출력 빔이 제공되는 지속 시간 동안에 입력 빔에 대하여 실질적으로 일정한 편향 각을 유지하도록, 구성된다.

[0041] 또 하나의 실시예에서, 피부에 치료점들의 패턴을 형성하기 위하여 방사선을 주사하여 피부의 구역을 치료하기 위한 장치는: 방사선 소스에 의해 발생된 입력 빔을 수광하고 피부에 치료점들의 패턴을 형성하는 순차적 일련의 출력 빔들을 제공하기 위하여 수광된 입력 빔을 주사하도록 구성된 회전 주사요소를 포함하는 자동 주사시스템을 포함한다; 여기서, 회전 주사요소는 주사요소 둘레에 원주방향으로 배열된 복수의 소형 렌즈들을

포함하며, 각 소형 렌즈는 출력 빔들 중 하나를 제공하도록 구성되고, 특정 소형 렌즈는 특정 축 둘레에 적어도 하나의 호를 회전시켜 정의된 원환 형상을 갖는다.

[0042] 추가 실시예에서, 특정 소형 렌즈의 원환 형상은 회전 주사요소의 회전축 둘레에 적어도 하나의 호를 회전하여 정의된다. 추가 실시예에서, 특정 소형 렌즈의 원환 형상은 특정 축 둘레에 적어도 하나의 원호를 회전하여 정의된다. 추가 실시예에서, 특정 소형 렌즈의 원환 형상은 특정 축 둘레에 대향하는쌍의 호(an opposing pair of arcs)를 회전하여 정의된다. 추가 실시예에서, 상기 대향하는 쌍의 호는 대향하는 쌍의 원호를 포함한다. 추가 실시예에서, 회전 주사요소의 각각의 소형 렌즈는 동일한 특정 축 둘레에 적어도 하나의 각각의 호를 회전하여 정의된 원환 형상을 갖는다. 추가 실시예에서, 특정 소형 렌즈는 특정 소형 렌즈의 가장 두꺼운 점에 의해 정의된 제1 소형 렌즈 첨단부를 갖는다; 또 하나의 특정 소형 렌즈는 그 또 하나의 특정 렌즈의 가장 두꺼운 점에 의해 정의된 제2 소형 렌즈 첨단부를 갖는다; 그리고, 상기 제1 소형 렌즈 첨단부과 제2 소형 렌즈 첨단부는 회전 주사요소의 중심으로부터 각각 다른 거리에 위치된다. 추가 실시예에서, 회전 주사요소는 일반적으로 컵 형상이다. 추가 실시예에서, 회전 주사요소는 일반적으로 원판 형상이다. 추가 실시예에서, 특정 소형 렌즈의 원환 형상은, 특정 소형 렌즈에 의해 제공된 출력 빔은 특정 소형 렌즈에 의해 출력 빔이 제공되는 지속시간 동안에 입력 빔에 대하여 실질적으로 일정한 편향 각을 유지하도록, 실질적으로 일정한 각 편향에 대하여 구성된다.

[0043] 또 하나의 실시예에서, 피부 치료를 제공하기 위한 독립된 핸드-헬드 장치는: 하나 이상의 방사선 빔들을 발생하도록 구성된 방사선 소스; 피부 치료를 제공하도록 상기 하나 이상의 방사선 빔들을 피부에 전달하도록 구성된 광학 시스템을 포함한다; 여기서 각 방사선 빔은 제1 축 빔 프로파일 및 직교 제2 축 빔 프로파일을 포함한다; 그리고, 상기 광학 시스템은: 각 방사선 빔의 제2 축 빔 프로파일보다 더 크게 각 방사선 빔의 제1 축 빔 프로파일에 영향을 주도록 구성된 제1 축 광학물품; 및 각 방사선 빔의 제1 축 빔 프로파일보다 더 크게 각 방사선 빔의 제2 축 빔 프로파일에 영향을 주도록 구성된 제2 축 광학물품을 포함한다.

[0044] 추가 실시예에서, 광학 시스템은 정확하게 하나의 제1 축 광학물품 및 정확하게 하나의 제2 축 광학물품을 포함한다. 추가 실시예에서, 광학 시스템은 방사선의 경로를 따라 두개의 제2 축 광학물품들 사이에 위치된 제 1 축 광학물품을 포함한다. 추가 실시예에서, 각 방사선 빔은 고속 축 빔 프로파일 및 직교 저속 축 빔 프로파일을 포함하고; 광학 시스템은 고속 축 광학물품 및 저속 축 광학 물품을 포함하며; 고속 축 광학물품은 각 방사선 빔의 저속 축 빔 프로파일에 크게 영향을 주지 않는다. 추가 실시예에서, 저속 축 광학 물품은 각 방사선 빔의 고속 축 빔 프로파일에 크게 영향을 주지 않는다. 추가 실시예에서, 광학 시스템은 정확하게 하나의 저속 축 광학물품을 포함한다. 추가 실시예에서, 제1 축 광학물품 또는 제2 축 광학물품는 회전 멀티-섹터 주사요소를 포함한다. 추가 실시예에서, 회전 멀티-섹터 주사요소는 일반적으로 계단 형상 구조를 포함한다. 추가 실시예에서, 회전 멀티-섹타 주사요소는 일반적으로 컵-계단형 광학요소를 포함한다. 추가 실시예에서, 회전 멀티-섹터 주사요소는 일반적으로 원판-계단형 광학요소를 포함한다. 추가 실시예에서, 각 방사선 빔은 고속 축 빔 프로파일 및 직교 저속 축 빔 프로파일을 포함하고; 회전 멀티-섹터 주사요소는 고속 축 빔 프로파일보다 각 방사선 빔의 저속 축 빔 프로파일에 더 크게 영향을 준다. 추가 실시예에서, 회전 멀티-섹터 주사요소는 각 방사선 빔의 고속 축 빔 프로파일에 크게 영향을 주지 않는다. 추가 실시예에서, 회전 멀티-섹터 주사요소는 그 주사요소의 회전축 둘레에 배열된 복수의 주사 섹터들을 포함하며, 상기 복수의 주사 섹터들은 입력 방사선 빔을 받아서 순차적으로 주사된 일련의 출력 빔들을 제공하도록 구성되고, 각 출력 빔은 주사 섹터들중 하나에 대응한다. 추가 실시예에서, 적어도 하나의 주사섹터는 그 주사섹터에 의해 제공된 출력 빔이 그 소형 렌즈에 의해 출력 빔이 제공되는 지속 시간동안에 입력 빔에 대하여 실질적으로 일정한 편향각을 유지하도록 구성된다. 추가 실시예에서, 주사요소에 의해 제공된 각 출력 빔은 고속 축 방향에 따른 고속 축 빔 프로파일 및 저속 축 방향에 따른 직교 저속 축 빔 프로파일을 포함하며; 주사요소에 의해 제공된 순차적으로 주사된 일련의 출력 빔들은 일반적으로 저속 축 방향으로 서로 오프셋되어 있다. 추가 실시예에서, 주사요소에 의해 제공된 순차적으로 주사된 일련의 출력 빔들은 부분 치료를 제공하기 위하여, 피부에 서로 이격된 치료점들의 패턴을 형성한다.

[0045] 또 하나의 실시예에서, 피부 치료를 제공하기 위한 독립된, 핸드-헬드 장치는: 하나 이상의 비-평행(non-collimated) 빔들을 발생하도록 구성된 방사선 소스; 및 피부 치료를 제공하기 위하여 그 하나 이상의 빔들을 피부에 전달하도록 구성된 하나 이상의 광학요소를 포함하는 광학 시스템을 포함하며; 상기 광학 시스템은 방사선 소스로부터 피부까지의 임의 점에서도 그 하나 이상의 빔들을 평행되게 하지 않는다.

[0046] 추가 실시예에서, 방사선 소스는 고속 축 빔 프로파일 및 직교 저속 축 빔 프로파일을 갖는 빔을 발생시키는 레이저 다이오드를 포함한다. 추가 실시예에서, 빔은 고속 축 빔 프로파일과 저속 축 빔 프로파일에서 방사선 소스에서 타겟까지의 전체 경로에 걸쳐서 발산하거나 또는 수렴한다. 추가 실시예에서, 각 빔은 제1 축 빔 프로파일 및 직교 제2 축 빔 프로파일을 포함한다; 그리고 광학 시스템의 각 광학요소는 비대칭성이고, 그래서 제1 축

빔 프로파일와 제2 축 빔 프로파일 이외의 빔 프로파일보다 제1 축 빔 프로파일 또는 제2 축 빔 프로파일에 더 크게 영향을 준다. 추가 실시예에서, 각 빔은 제1 축 빔 프로파일 및 직교 제2 축 빔 프로파일을 포함한다; 그리고, 광학 시스템은 각 방사선 빔의 제2 축 빔 프로파일 보다 더 크게 각 빔의 제1 축 빔 프로파일에 영향을 주도록 구성된 제1 축 광학물품; 및 각 방사선 빔의 제1 축 빔 프로파일 보다 더 크게 각 빔의 제2 축 빔 프로파일에 영향을 주도록 구성된 제2 축 광학물품을 포함한다. 추가 실시예에서, 제1 축 광학물품은 각 빔의 제2 축 빔 프로파일에 크게 영향을 주지 않고; 제2 축 광학물품은 각 빔의 제1 축 빔 프로파일에 영향을 크게 주지 않는다. 추가 실시예에서, 광학 시스템은 주사요소의 회전축 둘레에 배열된 복수의 주사 섹터들을 포함하는 회전 멀티-섹터 주사요소를 포함하며, 상기 복수의 주사 섹터들은 입력 빔을 수광하여 순차적으로 주사된 일련의 출력 빔들을 제공하도록 구성되고, 각 출력 빔은 주사 섹터들중 하나에 대응한다. 추가 실시예에서, 각 방사선 빔은 고속 축 빔 프로파일 및 직교 저속 축 빔 프로파일을 포함하며; 그리고 회전 멀티-섹터 주사요소는 고속 축 빔 프로파일 보다 각 방사선 빔의 저속 축 빔 프로파일에 더 크게 영향을 준다. 추가 실시예에서, 적어도 하나의 주사 섹터는, 그 주사 섹터에 의해 제공된 출력 빔이, 그 소형 렌즈에 의해 출력 빔이 제공되는 지속 시간 동안에 입력 빔에 대하여 실질적으로 일정한 편향 각을 유지하도록, 구성된다. 추가 실시예에서, 주사요소에 의해 제공된 순차적으로 주사된 일련의 출력 빔들은 부분 치료를 제공하기 위하여, 피부에 서로 이격된 치료점들의 패턴을 형성한다. 추가 실시예에서, 각 빔은 고속 축 빔 프로파일 및 직교 저속 축 빔 프로파일을 포함하며; 그리고 회전 멀티-섹터 주사요소는 고속 축 빔 프로파일에 수렴하고 저속 축 빔 프로파일에서 발산하는 입력 빔을 수광하고, 고속 축 빔 프로파일과 저속 축 빔 프로파일에 수렴하는 출력 빔들을 제공한다.

[0047] 또 하나의 실시예에서, 피부 치료를 제공하기 위한 독립된 핸드 헬드 장치는: 하나 이상의 빔들(각 빔은 제1 축 빔 프로파일 및 제2 축 빔 프로파일을 갖는다)을 발생하도록 구성된 방사선 소스; 및 피부 치료를 제공하기 위하여 그 하나 이상의 빔들을 피부에 전달하도록 구성된 하나 이상의 광학요소들을 포함하는 광학 시스템을 포함한다; 여기서, 광학 시스템의 각 광학요소는 비대칭성이고, 그래서 제1 축 빔 프로파일과 제2 축 빔 프로파일 이외의 빔 프로파일 보다 제1 축 빔 프로파일 또는 제2 축 빔 프로파일에 더 크게 영향을 준다.

[0048] 추가 실시예에서, 방사선 소스는 고속 축 빔 프로파일 및 직교 저속 축 빔 프로파일을 갖는 빔을 발생하는 레이저 다이오드를 포함한다. 추가 실시예에서, 빔은 방사선 소스에서 타겟으로의 전 경로에 걸쳐서 고속 축 빔 프로파일 및 저속 축 빔 프로파일로 발산하거나 또는 수렴한다. 추가 실시예에서, 각 빔은 제1 축 빔 프로파일 및 직교 제2 축 빔 프로파일을 포함하며; 광학 시스템은 각 빔의 제1 축 빔 프로파일을 각 방사선 빔의 제2 축 빔 프로파일보다 크게 영향을 주도록 구성된 제1 축 광학물품; 및 각 빔의 제2 축 빔 프로파일을 각 방사선 빔의 제1 축 빔 프로파일보다 크게 영향을 주도록 구성된 제2 축 광학물품을 포함한다.

[0049] 추가 실시예에서, 광학 시스템은 회전 멀티-섹터 주사요소의 회전축 둘레에 배열된 복수의 주사 섹터들을 포함하는 회전 멀티-섹터 주사요소를 포함하며, 상기 복수의 주사 섹터들은 입력 빔을 수광하고 순차적으로 주사된 일련의 출력 빔들을 제공하도록 구성되며, 각 출력 빔은 상기 주사 섹터들 중 하나에 대응한다. 추가 실시예에서, 적어도 하나의 주사 섹터는, 그 주사 섹터에 의해 제공된 출력 빔이, 그 소형 렌즈에 의해 출력 빔이 제공되는 지속 시간 동안에 입력 빔에 대하여 실질적으로 일정한 편향각을 유지하도록, 구성된다. 추가 실시예에서, 주사요소에 의해 제공된 순차적으로 주사된 일련의 출력 빔들은, 부분 치료를 제공하기 위하여 피부에 서로 이격된 치료점들의 패턴을 형성한다.

[0050] 또 하나의 실시예에서, 피부 치료를 제공하기 위한 독립된 핸드-헬드 장치는: 사용자에 의해 다루어지도록 구성된 장치 본체; 장치 본체에 지지되는 방사선 소스; 방사선 소스에 의해 발생된 입력 빔을 수광하고, 피부로의 전달을 위한 일련의 출력 빔들을 제공하여 피부에 치료점들의 패턴을 형성하기 위하여 그 수광된 입력 빔을 주사하도록 구성된 자동 주사시스템; 출력 빔들이 피부에 전달되는 적용 단부(an application end)로서, 치료 시간동안에 피부의 표면을 가로질러 수동으로 이동되도록 구성된 적용 단부; 및 피부에 대한 장치의 변위를 결정하도록 구성된 변위 센서 및 피부에 대한 장치의 결정된 변위에 기초하여 장치의 적어도 하나의 동작 매개 변수를 제어하도록 구성된 전자장치를 포함하는 변위제어시스템을 포함한다.

[0051] 추가 실시예에서, 장치는 적어도 피부에 대한 장치의 결정된 변위에 기초하여 방사선 소스의 적어도 하나의 동작 매개변수를 제어하도록 구성된 전자장치를 포함한다. 추가 실시예에서, 장치는 적어도 피부에 대한 장치의 결정된 변위에 기초하여 방사선 소스의 동작을 차단하거나 또는 지연하도록 구성된 전자장치를 포함한다. 추가 실시예에서, 장치는 적어도 피부에 대한 장치의 결정된 변위에 기초하여 방사선 소스의 펄싱(pulsing)을 차단하거나 또는 지연하도록 구성된 전자장치를 포함한다. 추가 실시예에서, 장치는 적어도 피부에 대한 장치의 결정된 변위에 기초하여 자동 주사시스템의 적어도 하나의 동작 매개변수를 제어하도록 구성된 전자장치를 포함한다. 추가 실시예에서, 장치는 자동 주사시스템과 연관된 모터; 및 적어도 피부에 대한 장치의 결정된 변

위에 기초하여 자동 주사시스템과 연관된 모터의 적어도 하나의 동작 양상(operational aspect)을 제어하도록 구성된 전자장치를 포함한다. 추가 실시예에서, 변위 제어시스템은 피부의 한 지점의 과잉치료의 가능성을 방지하거나 또는 감소하도록 프로그램되어 있다. 추가 실시예에서, 변위 제어시스템은 치료점들이 서로 중첩될 가능성을 방지하거나 또는 감소시키도록 프로그램되어 있다. 추가 시스템에서, 자동 주사시스템은 수광된 입력 빔을 반복적으로 주사하도록 구성되며, 입력 빔의 각 주사는 피부로의 전달을 위한 출력 빔들의 어레이를 생성하여 피부에 치료점들의 대응하는 어레이를 형성한다; 그리고 변위 제어시스템은 장치의 수동 이동의 방향으로 치료점들의 인접한 어레이들 사이의 정의된 최소 간격을 제공하도록 프로그램된다. 추가 실시예에서, 입력 빔의 각 주사는 피부로의 전달을 위한 출력 빔들의 열을 생성하여 피부에 치료점들의 대응하는 열을 형성하며; 그리고 변위 제어시스템은 장치의 수동이동의 방향으로 치료점들의 인접한 열들 사이의 정의된 최소 간격을 제공하도록 프로그램되어 있다. 추가 실시예에서, 변위 제어시스템은 변위센서로부터의 신호들을 분석하여 피부의 피부 특징들을 식별하고; 식별된 피부 특징들의 수를 계수하고; 식별된 피부 특징들의 계수된 수에 기초하여 장치의 하나 이상의 동작 양상들을 제어하도록 구성된다. 추가 실시예에서, 변위 제어시스템은 식별된 피부 특징들의 계수된 수에 기초하여 방사선 소스를 제어하도록 구성된다. 추가 실시예에서, 변위 제어시스템은 식별된 피부특징들의 계수된 수가 피부 특징들의 최소 예정 수에 도달할 때만 방사선 소스를 사용가능하도록 구성된다. 추가 실시예에서, 장치는 장치의 이동 속력을 검출하거나 또는 결정하지 않는다. 추가 실시예에서, 변위 센서는 단일-화소(single-pixel) 변위 센서이다. 추가 실시예에서, 단일-화소 센서는 피부쪽으로 광선을 전달하도록 구성된 광선 이미터; 피부로부터 반사 및/또는 이송된 광선을 검출하고 신호를 발생하도록 구성된 광선 검출기; 및 검출기로부터의 신호를 분석하기 위한 제어 전자장치를 포함하는 렌즈리스(lensless) 센서이다. 추가 실시예에서, 변위 센서는 멀티-화소 이미징 변위 센서(multi-pixel imaging displacement sensor)이다. 추가 실시예에서, 장치는 치료 시간에 대한 한계 매개변수의 한계값을 결정하고; 치료 시간 동안에 한계 매개변수를 모니터링하고; 그리고 한계 매개변수의 한계값에 도달할 시에 치료 시간을 자동적으로 종료하는 제어시스템을 추가로 포함한다. 추가 실시예에서, 한계 매개변수는 치료점들의 총 수 또는 치료 시간 동안의 전달된 에너지의 총량을 포함한다.

[0052] 또 하나의 실시예에서, 피부 치료를 제공하기 위한 독립된 핸드-헬드 장치는: 사용자에 의해 다루어지도록 구성된 장치 본체; 장치 본체에 지지되는 방사선 소스; 방사선 소스에 의해 발생된 입력 빔을 수광하고, 피부로의 전달을 위한 일련의 출력 빔들을 제공하여 부분 치료를 제공하기 위하여 피부에 서로 이격된 치료점들의 패턴을 형성하게 그 수광된 입력 빔을 주사하도록 구성된 자동 주사시스템; 출력 빔들이 피부에 전달되는 적용 단부(an application end)로서, 치료 시간 동안에 피부의 표면을 가로질러 수동으로 이동되도록 구성된 적용 단부; 및 피부에 대한 장치의 변위를 결정하도록 구성된 변위 센서; 및 치료점들이 서로 중첩될 가능성을 방지하거나 또는 감소시키기 위하여 피부에 대한 장치의 결정된 변위에 기초하여 장치의 적어도 하나의 동작 매개 변수를 제어하도록 구성된 전자장치를 포함하는 변위제어시스템을 포함한다.

[0053] 추가 실시예에서, 장치는 적어도 장치의 피부에 대한 결정된 변위에 기초하여 방사선 소스의 동작을 차단하거나 또는 지연하도록 구성된 전자장치를 포함한다. 추가 실시예에서, 장치는 자동 주사시스템과 연관된 모터; 및 적어도 장치의 피부에 대한 결정된 변위에 기초하여 자동 주사 시스템과 연관된 모터의 적어도 하나의 동작 양상을 제어하도록 구성된 전자장치를 포함한다. 추가 실시예에서, 자동 주사시스템은 수광된 입력 빔을 반복적으로 주사하도록 구성되며, 입력 빔의 각 주사는 피부로의 전달을 위한 출력 빔의 열을 생성하여 피부에 치료점들의 대응하는열을 형성하고; 그리고 변위 제어시스템은 장치의 수동이동의 방향으로 치료점들의 인접한 열들 사이에 정의된 최소 간격을 제공하도록 프로그램되어 있다.

[0054] 또 하나의 실시예에서, 피부 치료를 제공하기 위한 독립된 핸드-헬드 장치는: 사용자에 의해 다루어지도록 구성된 장치 본체; 장치 본체에 지지되는 방사선 소스; 방사선 소스에 의해 발생된 입력 빔을 수광하고, 그 수광된 입력 빔을 반복적으로 주사하여 피부로의 전달을 위한 출력빔들의 반복된 일련의 주사된 어레이 - 출력 빔들의 각 주사된 어레이가 피부에 치료점들의 열을 형성함 -을 제공하도록 구성된 자동 주사시스템; 출력 빔들이 피부에 전달되는 적용 단부로서, 치료 시간동안에 피부의 표면을 가로질러 수동으로 이동되도록 구성된 적용 단부; 및 피부에 대한 장치의 변위를 결정하도록 구성된 변위 센서 및 피부에 치료점들의 인접한 열들 사이의 정의된 최소 간격을 제공하기 위하여 피부에 대한 장치의 결정된 변위에 기초하여 장치의 적어도 하나의 동작 매개 변수를 제어하도록 구성된 전자장치를 포함하는 변위제어시스템을 포함한다.

[0055] 또 하나의 실시예에서, 피부 치료를 제공하기 위한 독립된 핸드-헬드 장치는: 사용자에 의해 다루어지도록 구성된 장치 본체; 장치 본체에 지지되는 방사선 소스; 각각이 장치의 피부에 대한 변위를 검출하도록 구성된 하나 이상의 변위 센서들; 각각이 피부와의 접촉을 검출하도록 구성된 하나 이상의 피부 접촉 센서들; 하나 이상의

변위 센서들 및 하나 이상의 피부 접촉 센서들로부터의 신호들을 수신하고, 하나 이상의 변위 센서들 및 하나 이상의 피부 접촉 센서들로부터 수신된 신호들에 기초하여 장치의 적어도 하나의 동작 매개변수를 제어하도록 구성된 전자장치를 포함하는 제어시스템을 포함한다.

[0056] 추가 실시예에서, 제어시스템은 상기 하나 이상의 변위 센서들 및 상기 하나 이상의 피부 접촉 센서들로부터 수신된 신호들에 기초하여 제1 조건이 만족된다면 방사선 소스가 동작을 개시케 하고, 방사선 소스의 동작이 개시된 후에 상기 하나 이상의 변위 센서들 및 상기 하나 이상의 피부 접촉 센서들로부터 수신된 신호들에 기초하여 제2 조건이 만족된다면 방사선 소스가 동작을 계속 할 수 있도록 추가로 구성된다; 여기서 제2 조건은 제1 조건보다 덜 엄격한다. 추가 실시예에서, 방사선 소스의 동작 개시를 위한 제1 조건은 변위 센서들 및 피부접촉 센서들 모두에 의한 양의(positive) 독립 검출들을 필요로 하며; 방사선 소스의 동작을 계속 하기 위한 제2 조건은 변위 센서들 및 피부접촉 센서들의 모두 보다 적은 것에 의한 양의 독립 검출들을 필요로 한다.

[0057] 또 하나의 실시예에서, 방사선을 주사하여 피부에 치료점들의 패턴을 형성함으로써 피부의 구역을 치료하기 위한 장치는: 방사선 소스에 의해 발생된 입력 빔을 수광하고 피부에 치료점들의 패턴을 형성하는 출력 빔들의 어레이를 제공하기 위하여 수광된 입력 빔을 주사하도록 구성된 회전 주사요소를 포함하는 자동 주사시스템을 포함한다; 여기서 상기 회전 주사요소는 그 주사요소 둘레에 원주방향으로 배열된 복수의 소형 렌즈들을 포함하며, 또한 제1 소형 렌즈의 가장 두꺼운 지점에 의해 정의된 제1 소형 렌즈 첨단부를 갖는 제1 소형 렌즈; 및 제2 소형 렌즈의 가장 두꺼운 지점에 의해 정의된 제2 소형 렌즈 첨단부를 갖는 제2 소형 렌즈를 포함하며, 또한 여기서 제1 소형 렌즈 첨단부 및 제2 소형 렌즈 첨단부는 그 회전 주사요소의 회전축으로부터 각각 다른 거리들에 위치한다.

[0058] 또 하나의 실시예에서, 레이저-계 피부 치료(laser-based dermatological treatments)를 제공하기 위한 독립된 핸드-헬드 장치는: 사용자에 의해 다루어지도록 구성된 장치 본체; 장치 본체에 지지되는 레이저 빔 소스; 레이저 빔 소스에 의해 발생된 입력 빔을 수광하고, 피부로의 전달을 위한 일련의 자동적으로 주사된 출력 빔들을 제공하여 피부에 치료점들의 패턴을 형성하기 위하여 그 수광된 입력 빔을 주사하도록 구성된 자동 주사시스템; 상기 자동적으로 주사된 출력 빔들을 피부에 전달하도록 배열된 적용 단부로서, 치료 시간동안에 피부를 가로질러 수동으로 이동되도록 구성된 적용 단부; 및 유효 피부 치료를 제공하기에 충분한 피부에서의 전달 방사선 세기로 상기 자동적으로 주사된 출력 빔들을 피부에 전달하기 위하여, 레이저 빔 소스와 자동 주사시스템 중 적어도 하나를 제어하도록 구성된 전자장치를 포함하는 변위제어시스템을 포함한다; 여기서, 장치의 적용 단부로부터 전달된 자동적으로 주사된 출력 빔들은 IEC 60825-1에 따른 등급 1M 또는 이상의 눈 안전 분류를 만족시킨다.

[0059] 추가 실시예에서, 자동 주사시스템은 입력 빔을 수광하고 자동적으로 주사된 출력 빔들의 순차적 어레이를 제공하도록 구성된 복수의 주사 섹터들을 포함하는 회전 멀티-섹터 주사요소를 포함하며, 각 출력 빔은 주사 섹터들의 하나에 대응한다; 여기서 회전 주사요소에 의해 제공된 출력 빔들의 상기 어레이는 서로 각도면에서 오프셋되어 있다. 추가 실시예에서, 자동 주사시스템은 입력 빔을 수광하고 자동적으로 주사된 출력 빔들의 순차적 어레이를 제공하도록 구성된 복수의 주사 섹터들을 포함하는 회전 멀티-섹터 주사요소를 포함하며, 각 출력 빔은 주사 섹터들 중 하나에 대응한다; 여기서 회전 주사요소에 의해 제공된 출력 빔들의 상기 어레이는 서로 평행이동적으로(translationally) 오프셋되어 있다. 추가 실시예에서, 피부의 치료 장소에서의 전달 방사선 세기는 적어도 1 J/cm2이다. 추가 실시예에서, 피부의 치료 장소에서의 전달 방사선 세기는 적어도 5 J/cm2이다. 추가 실시예에서, 피부의 치료 장소에서의 전달 방사선 세기는 적어도 1 0 J/cm2이다. 추가 실시예에서, 피부 표면에서 각 출력 빔은 적어도 한 방향으로 발산한다. 추가 실시예에서, 피부 표면에서 각 출력 빔은 적어도 50 mrad의 각 만큼 적어도 한 방향으로 발산한다. 추가 실시예에서, 피부 표면에서 각 출력 빔은 적어도 75 mrad의 각 만큼 적어도 한 방향으로 발산한다. 추가 실시예에서, 장치는 자동 주사시스템의 하류에 광학물품을 추가로 포함하며, 광학물품은 피부 표면에서 적어도 50 mrad의 각 만큼 적어도 한 방향으로 빔의 발산을 제공한다. 추가 실시예에서, 장치는 자동 주사시스템의 하류에 광학물품을 추가로 포함하며, 광학물품은 피부 표면에서 적어도 75 mrad의 각 만큼 적어도 한 방향으로 빔의 발산을 제공한다. 추가 실시예에서, 장치는 자동 주사시스템의 하류에 어떠한 광학물품(들)도 포함하지 않는다. 추가 실시예에서, 자동적으로 주사된 출력 빔들은 부분치료를 제공하기 위하여, 피부에 서로 이격된 치료점들의 패턴을 형성한다.

[0060] 또 하나의 실시예에서, 레이저-계 피부 치료들을 제공하기 위한 독립된 핸드-헬드 장치는: 사용자에 의해 다루어지도록 구성된 장치 본체; 장치 본체에 지지되는 레이저 빔 소스; 레이저 빔 소스에 의해 발생된 입력 빔을 수광하고, 피부로의 전달을 위한 일련의 자동 주사 출력 빔들을 제공하여 피부에 치료점들의 패턴을 형성하기 위하여 그 수광된 입력 빔을 주사하도록 구성된 자동 주사시스템; 자동 주사 출력 빔들을 피부에 전달하기 위해

배열된 적용 단부로서, 치료 시간동안에 피부를 가로질러 수동으로 이동되도록 구성된 적용 단부; 및 유효 피부 치료를 제공하는데 충분한 피부에서의 전달 방사선 세기로 자동 주사 출력 빔들을 피부에 전달하기 위하여 레이저 빔 소스와 자동 주사 시스템 중 적어도 하나를 제어하도록 구성된 전자장치를 포함한다; 여기서 장치의 적용 단부로부터 전달된 상기 자동 주사 출력 빔들은 IEC 60825-1에 따라 등급 1M 이상의 눈 안전 분류를 만족하거나 또는 IEC 60825-1에서 규정한 관련 최대 허용 노광량 (MPE) 또는 노출 방출 한계(AEL) 를 100% 미만 초과한다.

[0061] 추가 실시예에서, 장치의 적용 단부로부터 전달된 자동 주사 출력 빔들은 IEC 60825-1에서 규정한 관련 최대 허용 노광량(MPE) 또는 노출 방출 한계(AEL)를 50% 미만 초과한다. 추가 실시예에서, 장치는 자동 주사시스템의 하류에 어떠한 광학물품(들)도 포함하지 않는다. 추가 실시예에서, 피부의 치료 장소에서의 전달 방사선 세기는 적어도 1 J/cm2이다. 추가 실시예에서, 피부의 치료 장소에서의 전달 방사선 세기는 적어도 5 J/cm2이다. 추가 실시예에서, 피부의 치료 장소에서의 전달 방사선 세기는 적어도 1 0 J/cm2이다.

[0062] 또 하나의 실시예에서, 피부치료를 제공하기 위한 장치는: 장치 본체; 피부 치료를 제공하기 위하여 피부에 전달하기 위한 방사선을 발생하도록 구성된 방사선 소스; 각막을 검출하도록 구성된 아이 센서로서, 광선을 타겟 표면으로 방출하도록 구성된 아이(eye) 센서 광선 소스를 포함하는 아이 센서; 타겟 표면으부터의 반사 광선을 검출하고 반사 신호들을 발생하도록 구성된 아이 센서 검출기; 및 검출기로부터의 반사 신호들에 기초하여 가능한 각막의 존재를 식별하도록 구성된 전자 장치를 포함한다; 여기서, 상기 아이 센서 광선 소스는 타겟 표면에 대한 비-수직(non-normal) 입사각으로 광선을 타겟 표면에 제공하도록 배열되고; 상기 전자장치는 가능한 각막 존재의 식별에 응답하여 장치의 적어도 하나의 동작 매개변수를 제어하도록 구성된다.

[0063] 추가 실시예에서, 아이 센서 광선 소스는 타겟 표면에 대하여 5 내지 40 의 입사각으로 광선을 타겟 표면에 제공하도록 배열된다. 추가 실시예에서, 검출기로부터의 신호들에 기초하여 가능한 각막 존재를 식별하도록 구성된 전자장치는 검출기로부터의 반사 신호들의 진폭을 임계 진폭과 비교하고; 반사 신호들의 진폭이 임계 진폭 아래에 있다면 가능한 각막 존재를 식별하도록 구성된 전자장치를 포함한다.

[0064] 또 하나의 실시예에서, 피부 치료를 제공하기 위한 장치는: 장치 본체; 피부 치료를 제공하기 위하여 방사선을 피부에 전달하기 위한 방사선 전달 시스템; 및 복수의 센서들 및 상기 복수의 센서들로부터 신호들을 수신하고; 상기 복수의 센서들로부터 수신된 신호들의 제1 조건과의 비교에 기초하여 방사선 전달 시스템에 의해 방사선 전달을 개시할 지의 여부를 결정하고; 그리고, 일단 방사선이 개시되면, 상기 복수의 센서들로부터 수신된 신호들의 제2 조건과의 비교에 기초하여, 방사선 전달 시스템에 의해 방사선 전달을 계속할지 여부를 결정하도록 프로그램된 전자장치를 포함하는 상황-특정 제어 시스템(a situation-specific control system)을 포함하며; 여기서, 제2 조건은 제1 조건과 다르다.

[0065] 추가 실시예에서, 제2 조건은 제1 조건보다 덜 엄격하다. 추가 실시예에서, 상황-특정 제어시스템의 전자장치는: 상기 복수의 센서들로부터 수신된 신호들이 예정된 연속 시간기간 동안에 제2 조건을 만족하지 못하다는 것을 결정하고; 그리고 그 결정에 응답하여, 제1 조건에 기초하여 방사선 전달 시스템에 의해 방사선 전달을 재 개시할지를 결정하도록 추가로 프로그램된다. 추가 실시예에서, 제1 조건은 제1 수의 센서들로부터 양의 검출을 필요로하고; 제2 조건은 제2 수의 센서들로부터 양의 검출을 필요로 하며, 제 2 수는 제1 수보다 더 적다. 추가 실시예에서, 방사선 전달 시스템은 방사선 소스를 포함하며; 방사선 전달을 개시할지의 여부를 결정하는 것은 방사선 소스를 활성화시켜 방사선 빔을 발생할지의 여부를 결정하는 것을 포함한다. 추가 실시예에서, 상황-특정 제어시스템의 상기 복수의 센서들은: 피부에 대한 장치의 변위를 검출하도록 구성된 적어도 하나의 변위 센서; 및 피부와의 접촉을 검출하도록 구성된 적어도 하나의 피부 접촉 센서를 포함한다. 추가 실시예에서, 각 변위 센서는 피부에서 피부 특징들을 식별하기 위하여 변위 센서로부터 신호들을 분석하고; 그리고 식별된 피부 특징들의 수를 계수하여, 피부에 대한 장치의 변위를 검출하도록 구성된다. 추가 실시예에서, 장치는 장치의 이동 속력을 검출하거나 또는 결정하지 않는다. 추가 실시예에서, 각 변위 센서는 단일-화소 센서이다. 추가 실시예에서, 상황-특정 제어시스템의 센서들은: 피부에 대한 장치의 속력을 검출하도록 구성된 적어도 하나의 글라이드 속력 센서; 및 피부와의 접촉을 검출하도록 구성된 적어도 하나의 피부 접촉 센서를 포함한다. 추가 실시예에서, 상황-특정 제어시스템의 센서들은: 적어도 두개의 제1 형 센서; 및 적어도 두개의 제2 형 센서를 포함한다; 여기서 제1 조건은 제1 형 센서의 모두로부터의 양의 검출 및 제2 형 센서의 모두로부터의 양의 검출을 필요로 하며; 제2 조건은 제1 형 센서의 모두 보다 적은 센서로부터의 양의 검출 및 제2 형 센서의 모두 보다 적은 센서로부터의 양의 검출을 필요로 한다.

[0066] 또 하나의 실시예에서, 피부 치료를 제공하기 위한 장치는: 장치 본체; 피부 치료를 제공하기 위하여 방사선을 피부에 전달하기 위한 방사선 전달 시스템; 피부에 대한 장치의 변위를 검출하도록 구성된 적어도 하나의 변위

센서들; 피부와의 접촉을 검출하기 위하여 구성된 적어도 하나의 피부 접촉 센서; 및 상기 적어도 하나의 변위 센서 및 상기 적어도 하나의 피부 접촉 센서로부터 신호들을 수신하고, 제1 조건을 상기 적어도 하나의 변위 센서 및 상기 적어도 하나의 피부 접촉 센서로부터 상기 신호들에 적용하여 방사선 전달 시스템에 의해 방사선 전달을 개시할 지를 결정하며, 그리고 일단 방사선이 개시되면, 제2 조건을 상기 적어도 하나의 변위 센서 및 상기 적어도 하나의 피부 접촉 센서로부터 상기 신호들에 적용하여 방사선 전달을 계속할지를 결정하도록 프로그램된 전자장치를 포함하는 상황-특정 제어시스템을 포함하며; 여기서 제2 조건은 제1 조건과 다르다.

[0067] 추가 실시예에서, 제2 조건은 제1 조건보다 덜 엄격하다. 추가 실시예에서, 방사선 전달 시스템에 의해 방사선 전달을 개시하기 위한 제1 조건은 변위 센서들과 피부 접촉 센서들의 모두에 의한 양의 독립 검출들을 필요로 하고; 방사선 전달 시스템에 의해 방사선 전달을 계속하기 위한 제2 조건은 변위 센서들과 피부 접촉 센서들의 모두 보다 적은 센서에 의한 양의 독립 검출들을 필요로 한다. 추가 실시예에서, 상황-특정 제어시스템의 전자장치는: 상기 적어도 하나의 변위 센서 및 상기 적어도 하나의 피부 접촉 센서로부터 수신된 상기 신호들이 예정된 연속 시간기간 동안에 제2 조건을 만족하지 못하다는 것을 결정하고; 그리고 그 결정에 응답하여, 제1 조건에 기초하여 방사선 전달 시스템에 의해 방사선 전달을 재 개시할지를 결정하도록 추가로 프로그램된다. 추가 실시예에서, 방사선 전달 시스템은 방사선 소스를 포함하고; 방사선 전달을 개시할지를 결정하는 것은 방사선 소스를 활성화하여 방사선 빔을 발생시킬지를 결정하는 것을 포함한다. 추가 실시예에서, 각 변위 센서는, 피부에서 피부 특징들을 식별하기 위하여 변위 센서로부터의 신호들을 분석하고, 식별된 피부 특징들의 수를 계수함으로써 피부에 대한 장치의 변위를 검출하도록 구성된다. 추가 실시예에서, 각 변위 센서는 단일-화소 센서이다. 추가 실시예에서, 각 피부 접촉 센서는 정전용량형 접촉 센서(capacitance based contact sensor)이다.

[0068] 또 하나의 실시예에서, 피부 치료를 제공하기 위한 장치는: 장치 본체; 피부치료를 제공하기 위하여 피부에 전달할 레이저 빔 펄스를 발생시키기 위한 레이저; 복수의 센서들 및 상기 복수의 센서들로부터 신호들을 수신하고; 제1 조건을 상기 복수의 센서들로부터 수신된 상기 신호들에 적용하여 초기 레이저 빔 펄스를 인에이블할지를 결정하고; 그리고 상기 초기 레이저 빔 펄스를 인에이블한 후에 제2 조건을 상기 복수의 센서들로부터 수신된 상기 신호들에 적용하여 추가 레이저 빔 펄스들을 인에이블할지를 결정하도록 프로그램된 전자장치를 포함하는 상황-특정 제어시스템을 포함하며; 제2 조건은 제1 조건과 다르다.

[0069] 추가 실시예에서, 제2 조건은 제1 조건보다 덜 엄격하다. 추가 실시예에서, 상황-특정 제어시스템의 전자장치는: 상기 복수의 센서들로부터 수신된 상기 신호들이 예정된 연속 시간기간 동안에 제2 조건을 만족하지 못한다는 것을 결정하고; 그리고 그 결정에 응답하여, 제1 조건에 기초하여 차후 레이저 빔 펄스를 인에이블할지를 결정하도록 추가로 프로그램된다. 추가 실시예에서, 상기 복수의 센서들은: 피부에 대한 장치의 변위를 검출하도록 구성된 적어도 하나의 변위 센서; 및 피부와의 접촉을 검출하도록 구성된 적어도 하나의 피부 접촉 센서를 포함한다.

[0070] 또 하나의 실시예에서, 핸드-헬드 피부 치료 장치를 위한 광선 엔진은: 히트 싱크(heat sink); 상기 히트 싱크에 장착된 레이저 패키지로서, 적어도 하나의 방출 에지 또는 표면을 갖는 레이저 칩을 포함하는 레이저 패키지; 상기 히트 싱크와 연관된 한 쌍의 가로 구조물들; 및 상기 레이저 칩의 상기 적어도 하나의 방출 에지 또는 표면의 전방에 위치한 길쭉한 광학요소를 포함하며; 상기 길쭉한 광학요소는 상기 히트 싱크와 연관된 상기 한쌍의 가로 구조물들 사이로 연장되며, 상기 길쭉한 광학 요소의 각각의 단부에서 상기 구조물들의 각각에 고정된다.

[0071] 추가 실시예에서, 상기 길쭉한 요소는 상기 레이저 칩으로부터 방출된 빔의 고속 축 빔 프로파일에 영향을 주도록 구성된 로드 렌즈를 포함한다. 추가 실시예에서, 상기 한 쌍의 가로 구조물들은 히트 싱크와 일체로 형성되어 있다. 추가 실시예에서, 상기 한 쌍의 가로 구조물들은 상기 히트 싱크에 형성된 리세스(recess)의 마주보는 벽들을 포함한다. 추가 실시예에서, 상기 한 쌍의 가로 구조물들은 상기 히트 싱크로부터의 돌출부들을 포함한다. 추가 실시예에서, 상기 한 쌍의 가로 구조물들은 상기 히트 싱크에 결합된 별개의 요소들이다.

[0072] 또 하나의 실시예에서, 핸드-헬드 피부 치료 장치를 위한 광선 엔진은: 히트 싱크; 상기 히트 싱크에 장착된 레이저 패키지로서, 적어도 하나의 방출 에지 또는 표면을 갖는 레이저 칩을 포함하는 레이저 패키지; 상기 히트 싱크에 결합된 인쇄 회로기판; 상기 인쇄 회로기판과 상기 레이저 칩 사이의 전기적 연결을 제공하는 적어도 하나의 커넥터를 포함하며; 상기 적어도 하나의 커넥터는 상기 레이저 패키지를 상기 히트 싱크에 대고 물리적으로 기울게 하다(biases).

[0073] 추가 실시예에서, 열전도성 그리스의 층이 레이저 패키지의 서브마운트와 히트 싱크 사이에 제공되며; 상기 층

패키지 서브 마운트는 UV-경화 에폭시에 의해 히트 싱크에 고정된다.

[0074] 추가 실시예에서, 핸드-헬드 피부 치료 장치를 위한 광선 엔진은: 히트 싱크; 및 상기 히트 싱크에 장착된 레이저 패키지를 포함하며 상기 레이저 패키지는: 정상 표면을 갖는 전기 절연 서브마운트; 제1 및 제2 전도성 표면 영역을 제공하기 위해 전기적 재료로 커버되는 서브마운트 정상 표면의 제1 및 제2 영역 - 여기서 제1 및 제2 영역은 상기 서브마운트 정상 표면의 비 전도성 영역에 의해 서로 물리적으로 분리됨 - ; 상기 서브마운트의 제1 전도성 표면 영역에 장착된 레이저 칩; 및 레이저 칩과 상기 서브마운트의 제2 전도성 표면 영역과 전기적으로 연결하는 복수의 컨덕터를 포함한다.

[0075] 추가 실시예에서, 광선 엔진은 서브 마운트의 제1 전도성 표면 구역을 인쇄 회로기판에 전기적으로 연결하는 제1 커넥터; 및 서브 마운트의 제2 전도성 표면 구역을 인쇄 회로기판에 전기적으로 연결하는 제2 커넥터를 추가로 포함한다. 추가 실시예에서, 열전도성 그리스의 층은 레이저 패키지 서브 마운트와 히트 싱크 사이에 제공되며, 층상 패키지 서브마운트는 UV-경화 에폭시에 의해 히트 싱크에 고정된다.

[0076] 추가 실시예에서, 레이저 빔들을 주사하여 피부에 치료점들의 패턴을 형성함으로써 피부 치료를 제공하기 위한 핸드-헬드 장치는: 입력 레이저 빔을 발생시키도록 구성된 레이저 소스; 및 상기 입력 레이저 빔을 반복적으로 주사하도록 구성된 회전 멀티-섹터 주사요소를 포함하는 자동 주사시스템 - 상기 입력 레이저 빔의 각 주사는 상기 주사요소의 다중 섹터들에 대응하는 출력 레이저 빔들의 어레이를 제공하고 피부상에 치료점들의 주사된 열을 형성하며, 상기 회전 멀티-섹터 주사요소는 상기 각 섹터는 그 섹터가 상기 입력 레이저 빔을 통하여 회전함에 따라 일정한-각-방향 출력 레이저 빔들을 제공하도록 구성되고, 각 주사열의 치료점들은 비-조사 피부의 구역들에 의해 서로 이격됨 - 장치의 수동이동의 방향으로 치료점들의 인접한 열들 사이에 규정된 최소거리를 제공하도록 프로그램된 치료점 제어시스템을 포함한다.

[0077] 추가 실시예에서, 치료점 제어시스템은: 피부에 대한 장치의 변위를 결정하도록 구성된 적어도 하나의 변위 센서 및 피부에 대한 장치의 결정된 변위에 기초하여 장치의 적어도 하나의 매개변수를 제어하도록 구성된 전자장치를 포함하는 변위 제어시스템을 포함한다. 추가의 실시예에서, 상기 변위 제어시스템은 피부에서 피부 특징들을 식별하기 위하여 상기 적어도 하나의 변위 센서로부터의 신호들을 분석하고; 식별된 피부 특징들의 수를 계수하고; 식별된 피부 특징들의 계수된 수에 기초하여 장치의 하나 이상의 동작 양상들을 제어하도록 구성된다. 추가 실시예에서, 출력 레이저 빔들은 장치의 적용 단부로부터 피부쪽으로 전달되며; 상기 전달된 레이저 빔들은 IEC 60825-1에 따른 등급 1M 이상의 눈 안전분류를 만족시킨다. 추가 실시예에서, 레이저 소스는 레이저 다이오드를 포함한다. 추가 실시예에서, 멀티-섹터 주사요소는 컵-형상이다. 추가 실시예에서, 멀티-섹터 주사요소는 원판 형상이다. 추가 실시예에서, 멀티-섹터 주사요소의 각 섹터는 원환 형상이다. 추가 실시예에서, 멀티-섹터 주사요소의 각 섹터의 원환 형상은 그 주사요소의 회전축을 기준으로 회전된 하나 이상의 에지에 의해 정의된다.

[0078] 추가 실시예에서, 장치는: 복수의 센서들; 및 상기 복수의 센서들로부터 신호들을 수신하고; 상기 수신된 센서 신호들에 제1 조건을 적용하여 초기 레이저 빔 펄스를 인에이블할지를 결정하고; 그리고 상기 초기 레이저 빔 펄스를 인에이블한 후에, 제1 조건과 다른 제2 조건을 상기 수신된 센서 신호들에 적용하여 추가 레이저 빔 펄스들을 인에이블 할지를 결정하도록 프로그램된 전자장치를 포함하는 상황-특정 제어시스템을 추가로 포함한다. 추가 실시예에서, 장치는 출력 빔들이 피부쪽으로 전달되는 적용 단부를 추가로 포함하며; 여기서 출력 빔들의 전달 동안에, 장치의 적용 단부가 피부와 접촉한 상태에서, 각 출력 빔은 피부의 표면 위에 놓여진 초점면(focus plane)을 갖는다. 추가 실시예에서, 출력 빔은 장치로부터 장치의 적용 단부를 통해 전달되며, 상기 적용 단부는 장치의 동작 동안에 피부와 접촉 상태에 놓이도록 구성된 선도 표면을 갖는다; 장치의 적용 단부의 선도(leading) 표면에 의해 정의된 평면에서, 각 출력 빔은 적어도 한 축에서 발산성이다. 추가 실시예에서, 장치의 적용 단부의 선도 표면에 의해 정의된 평면에서 각 출력 빔은 적어도 한 축에서 적어도 50 mrad 만큼 발산성이다. 추가 실시예에서, 장치의 적용 단부의 선도 표면에 의해 정의된 평면에서 각 출력 빔은 적어도 한 축에서 적어도 75 mrad 만큼 발산성이다.

[0079] 또 하나의 실시예에서, 레이저-계 피부 치료장치를 위한 제어시스템은: 선택 치료 레벨 설정을 결정하도록 프로그램된 프로세서; 상기 선택 치료 레벨 설정에 해당하는 치료점 당 타겟 에너지를 결정하도록 프로그램된 상기 프로세서; 장치의 레이저와 연관된 온도를 검출하도록 구성된 온도 센서; (a) 상기 결정된 치료점 당 타겟 에너지 및 (b) 상기 검출된 온도에 기초하여 펄스 지속 시간을 계산하도록 프로그램된 상기 프로세서; 상기 계산된 펄스 지속시간에 기초하여 예정 호 경로 길이를 제공하기 위하여 주사시스템 모터용 타겟 모터 속력을 계산하도록 프로그램된 상기 프로세서; 상기 계산된 타겟 모터 속력에 기초하여 주사시스템 모터에 명령을 주도록 프로

그램된 상기 프로세서; 주사시스템 모터의 실제 모터속력을 측정하도록 구성된 모터 속력 센서; 모터 오프셋을 결정하기 위하여 실제 모터속력과 타겟 모터속력을 비교하도록 프로그램된 상기 프로세서; 상기 결정된 모터 오프셋에 기초하여 피드백 알고리즘을 적용하도록 프로그램된 상기 프로세서; 상기 계산된 타겟 모터 속력에 기초하여 펄스 트리거(trigger) 지연을 계산하도록 프로그램된 상기 프로세서; 상기 계산된 펄스 지속시간 및 펄스 트리거 지연에 기초하여 레이저의 적어도 하나의 펄스를 개시하도록 프로그램된 상기 프로세서를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0080] 본 개시의 일부 실시예들은 부분적으로 다음의 상세한 설명과 첨부도면을 참고하면 이해할 수 있을 것이다:

도 1은 특정 실시예들에 따른 주사 빔들을 사용자(예를 들면 사용자의 피부)에게 전달하도록 구성된 예시적인 방사선-계 치료 장치의 부품들을 도시한다.

도 2는 예시적 실시예들에 따른, 도 1의 방사선-계 치료장치를 위한 예시적 제어시스템을 도시한다.

도 3a-3d는 예시적 실시예들에 따른 주사 빔 방사선-계 치료장치를 위한 광학 시스템들(15)의 묘사들을 도시한다.

도 4는 예시적 실시예들에 따른, 주사 빔 방사선-계 치료장치의 다양한 부품들의 도식적인 레이아웃을 도시한다.

도 5a-5b는 예시적 실시예들에 따른, 주사 빔 방사선-계 치료장치를 이용한 피부에 치료점들의 열들을 생성하는 전반적인 개념을 도시한다.

도 6a는 특정 실시예들에 따른, 출력 빔들의 어레이를 형성하기 위한 입력 빔을 주사하기 위한 예시적인 회전 요소의 기본 구조물을 도시한다.

도 6b 및 도 6c는 특정 실시예들에 따른, 도 6a의 빔-주사요소에 의해 생성된 예시적인 치료점들의 패턴들을 도시한다.

도 7a-7c는 특정 실시예들에 따른 예시적인 원판 형상의 회전 빔 주사요소를 도시한다.

도 8a-8e는 특정 실시예들에 따른 예시적인 컵 형상 회전 빔 주사요소를 도시한다.

도 9a 및 도 9b는 특정 실시예들에 따른, 도 7a-7c및 도 8a-8e의 예시적인 빔 주사요소들의 광학 양상들(optical aspects)을 도시한다.

도 10a 및 도 10b는 특정 실시예들에 따른, 원판 형상 회전 주사요소를 포함하는 빔 발생 및 전달 시스템의 평면도 및 측면도를 각각 도시한다.

도 11a 및 도 11b는 특정 실시예들에 따른, 컵 형상 회전 주사요소를 포함하는 빔 발생 및 전달 시스템의 평면도 및 측면도를 각각 도시한다.

도 12는 예시적인 실시예에 따른 예시적인 계단 형상 회전 주사요소를 도시한다.

도 13 및 도 14는 특정 실시예들에 따른, 계단 형상 회전 주사요소의 기본 동작을 도시한다.

도 15a-15c는 특정 실시예들에 따른, 계단 형상 회전 주사요소와 함께 사용하기 위한 예시적인 하류 광학물품들을 도시한다.

도 16은 특정 실시예들에 따른, 계단형상 회전 주사요소를 포함하는 시스템에서 각각 다른 주사 빔들의 경로 길이를 보정하기 위한 예시적인 하류 광학물품을 도시한다.

도 17a-17b는 예시적 실시예에 따른 예시적 계단 형상 회전 주사요소의 3 차원도 및 단면도를 각각 도시한다.

도 18a-18b는 예시적 실시예에 따른, 도 17a-17b의 계단 형상 회전 주사요소와 함께 사용하기 위한 광학물품을 보정하는 예시적인 경로 길이를 도시한다.

도 19 및 도 20은 특정 실시예들에 따른, 피부에 치료점들의 주사 어레이를 생성하기 위하여 입력 빔을 주사하기 위한 계단 형상 회전 주사요소를 포함하는 두 예시적인 광학 시스템들을 도시한다.

도 21a-21c는 예시적 실시예들에 따른, 회전 빔 주사요소의 섹터들의 제1 예시적 배열(도 21a) 및 이러한 배열에 의해 생성된 치료점들의 결과적으로 생긴 패턴들(도 21b 및 도 21c)을 도시한다.

도 22a-22c는 예시적 실시예들에 따른, 회전 빔 주사요소의 섹터들의 제2 예시적 배열(도 22a) 및 이러한 배열에 의해 생성된 치료점들의 결과적으로 생긴 패턴들(도 22b 및 도 22c)을 도시한다.

도 23a-23b, 도 24a-24b, 및 도 25a-25b는 예시적 실시예들에 따른, 회전 빔 주사요소의 다양한 구성들에 의해 생성된 치료점들의 예시적 패턴들을 도시한다.

도 26a 및 도 26b는 특정 실시예들에 따른, 장치가 빔들이 전달되는 동안에 이동함으로 인해, "일정한 각 편향" 빔들에 의해 생성된 치료점들의 되묻음(smearing)을 도시한다.

도 27a 및 도 27b는 특정 실시예들에 따른, "일정한 각 편향" 빔들에 의해 생성된 치료점들의 되묻음 및/또는 시프팅을 도시한다.

도 28a-28f는 특정 실시예들에 따른, 4개의 편향 섹터들을 갖는 예시적 원판 형상 또는 컵 형상의 회전요소에 대한 다양한 방사선 모드들을 도시한다.

도 29a-29f는 특정 실시예들에 따른, 4개의 편향 섹터들을 갖는 예시적 계단 형상의 회전요소에 대한 동일한 다양한 방사선 모드들을 도시한다.

도 30은 특정 실시예들에 따른, 다른 크기들의 반사 섹터들을 갖는 예시적 주사요소를 도시한다.

도 31은 예시적 실시예에 따른, 비 전파구역에 의해 분리된 4개의 편향 섹터들을 갖는 예시적 회전 주사요소를 도시한다.

도 32a-32c는, 특정 실시예들에 따른, 주사-빔 치료장치에 대하여 "인스퀘어드 에너지(ensquared energy)" 분율을 타겟 구역의 함수로서 도시하는 그래프뿐만 아니라, 축상 주사 빔들 (도 32a) 및 축외 주사 빔들 (도 32b)에 대한 저속 축 및 고속 축에서의 빔 세기 프로파일들을 도시한다.

도 33a 및 도 33c는 특정 실시예들에 따른, 방사선-빔 치료장치에 사용하기 위한 방사선 엔진의 제1 예시적 실시예를 도시한다.

도 34는 특정 실시예들에 따른, 방사선-빔 치료장치에 사용하기 위한 방사선 엔진의 제2 예시적 실시예를 도시한다.

도 35a 및 도 35b는 특정 실시예들에 따른, 방사선-빔 치료장치에 사용하기 위한 방사선 엔진의 제3 예시적 실시예를 도시한다.

도 36a-35c는 특정 실시예들에 따른, 방사선-빔 치료장치에 사용하기 위한 제1 예시적 레이저 패키지를 도시한다.

도 37는 특정 실시예들에 따른, 방사선-빔 치료장치에 사용하기 위한 제2 예시적 레이저 패키지를 도시한다.

도 38은 특정 실시예들에 따른, 주사-빔 치료장치를 위한 예시적 변위-계 제어시스템의 블록도를 도시한다.

도 39는 특정 실시예들에 따른, 장치가 글라이딩 모드 또는 스탬핑 모드에 사용되는 동안에, 변위-계 제어시스템을 사용하여 장치를 제어하기 위한 예시적 방법의 플로우 챠트를 도시한다.

도 40a는 특정 실시예들에 따른, 변위-계 제어시스템에 사용하기 위한 제1 예시적 단일-화소 변위 센서를 도시한다.

도 40b는 특정 실시예들에 따른, 변위-계 제어시스템에 사용하기 위한 제2 예시적 단일-화소 변위 센서를 도시한다.

도 40c는 특정 실시예들에 따른, 변위-계 제어시스템에 사용하기 위한 제3 예시적 단일-화소 변위 센서를 도시한다.

도 41은 인체 손의 피부 표면위에서 주사되는 광학 변위센서의 실시예에 대한 한 쌍의 실험 데이터를 도시한다.

도 42은 변위 센서가 인체 손의 피부 표면위에서 이동될 때, 검출기에 의해 생성되는 신호의 예시적 플롯을 나타낸다.

도 43은 특정 실시예들에 따른, 변위센서로부터의 신호들에 기초하여 피부 특징들을 검출하기 위한 세 데이터 플롯들을 도시한다: 원 신호(raw signal) 플롯, 필터링된 신호 플롯 및 내재 피부 특징 검출 플롯.

도 44는 특정 실시예들에 따른, 변위-계 제어 시스템을 사용하여 장치를 제어하기 위한 도 39의 일반적인 방법의 더 구체적인 예를 도시한다.

도 45는 특정 실시예들에 따른, 피부에 따른 변위를 검출하기 위하여 컴퓨터 입력용 광 마우스에 사용되는 형태의, 예시적 멀티-화소 이미징 보정 센서를 도시한다.

도 46은 특정 실시예들에 따른, 장치가 글라이딩 모드 또는 스탬핑 모드에 사용되는 동안에 멀티-화소 변위 센서를 채용하는 변위-계 제어시스템을 사용하여 장치를 제어하기 위한 예시적 방법을 도시한다.

도 47은 특정 실시예들 및/또는 장치의 설정에서 사용자에게 치료(예, 부분 광선치료)를 제공하기 위하여 치료 시간을 실행하기 위한 예시적 방법을 도시한다.

도 48a-48g는 특정 실시예들에서 사용하기 위한, 변위 센서 또는 운동/속력 센서 또는 둘다 모두로서 사용될 수 있는 롤러-계 센서의 예시적 실시예를 도시한다.

도 49는 예시적 실시예에 따라, 접촉 센서 및 변위 센서로부터의 피드백를 기초하여, 방사선 전달의 "사용성능(usability)" 제어를 제공하기 위한 예시적 방법을 도시한다.

도 50은 예시적 실시예에 따른, 접촉 센서 및 변위 센서의 배열을 표시하는, 주사-빔 치료장치의 적용 단부의 예시적 구성을 도시한다.

도 51a-51d는 각각 다른 형상들(도 51a 및 도 51d)의 예시적 각막들에 대한 국부 표면 수직 방향의 표시뿐만 아니라(도 51c 및 도 51d), 특정 실시예들에 따른, 예시적 광학 눈 안전 센서(도 51a 및 도 51b)를 도시한다.

도 52는 특정 실시예들에 따른, 장치의 적용 단부에 또는 이 적용 단부 근처에 배열된 하나 이상의 눈 안전 센서들 및 하나 이상의 피부 접촉 센서들을 포함하는 예시적인 멀티-센서 제어/안전 시스템을 도시한다.

도 53은 특정 실시예들에 따른, 멀티-센서 제어/안전 시스템을 사용하여 장치를 제어하는 예시적 방법을 도시한다.

도 54은 특정 실시예들에 따른, 한 사람 또는 다수 사용자용 눈 안전 센서를 교정하는 예시적 방법을 도시한다.

도 55는 펄스 레이저 소스를 이용하는 특정 실시예들에 대하여, 주사 시스템 모터 및 레이저 펄스 매개변수들을 제어하는 예시적인 시스템을 도시한다.

도 56은 특정 예시적인 실시예들에 따른, 주사-빔 치료장치에서 방사선 소스 및 주사 시스템 모터를 제어하는 예시적인 알고리즘을 도시한다.

도 57a은 예시적인 실시예에 따른, 주사-빔 치료장치에서 주사 모터 및 방사선 소스의 매개변수들을 제어하는 보다 특정한 알고리즘을 도시한다.

도 57b는 예시적인 실시예에 따른, 도 56에 보여진 예시적 제어 알고리즘에 대하여, 회전 빔-주사요소에 대한 방사선 펄스 매개변수들을 도시한다.

도 58 및 도 59는 레이저 애노드측에 연결된 제1 디지털 제어회로(도 58) 및 캐소드측에 연결된 제2 감광형(dimmer type) 제어회로(도 59)를 포함하는, 예시적 레이저-계 치료장치의 두 독립 레이저 전류 스위치 제어에 대한 전기적 개략도이다.

도 60은 비-절제 부분 치료의 공정을 도시하기 위하여 피부 체적의 3 차원 단면을 도시한다.

도 61은 예시적 일 실시예에 따른, 예시적 주사-빔 방사선-계 치료장치를 도시한다.

도 62a-62b는 예시적 실시예에 따른, 컵 형상 회전 주사요소를 포함하는 예시적 주사-빔 치료장치용 부품들의 예시적 배열을 도시한다.

도 63은 또 하나의 예시적 실시예에 따른, 컵 형상 회전 주사요소를 포함하는 예시적 주사-빔 치료장치용 부품들의 예시적 배열을 도시한다.

도 64a-64d는 또 다른 하나의 예시적 실시예에 따른, 컵 형상 회전 주사요소를 포함하는 예시적 주사-빔 치료장치용 부품들의 예시적 배열을 도시한다.

도 65a-65d는 한 예시적 실시예에 따른, 원판-형상 회전 주사요소를 포함하는 예시적 주사-빔 치료장치용 부품들의 예시적 배열을 도시한다.

도 66a 및 도 66b는 하류 렌즈를 생략한 도 64a-64d 또는 도 65a-65d에 따른 장치의 실시예들에 대하여 광학 시스템 및 그 광학 시스템이 고속 축빔 프로파일 (도 66a) 및 저속 축빔 프로파일 (도 66b)에 미치는 영향들을 도시한다.

도 67a 및 도 67b는 하류 렌즈를 포함하는 도 64a-64d 또는 도 65a-65d에 따른 장치의 실시예들에 대하여 광학 시스템 및 그 광학 시스템이 고속 축 빔 프로파일 (도 67a) 및 저속 축 빔 프로파일 (도 67b)에 미치는 영향들을 도시한다.

도 68a-68c는 또 하나의 예시적 실시예에 따른, 예시적 주사-빔 치료장치에 대한 장치 하우징(도 68c) 내부의 부품들(도 68a 및 도 68b)의 예시적 배열 및 이러한 부품들의 조립된 도면을 도시한다.

도 69a 및 도 69b는 하류 렌즈를 생략한 도 68a-68c 에 따른 장치의 실시예에 대하여 광학 시스템 및 그 광학 시스템이 고속 축빔 프로파일 (도 69a) 및 저속 축빔 프로파일 (도 69b)에 미치는 영향들을 도시한다.

도 70a 및 도 70b는 하류 렌즈를 포함하는 도 68a-68c 에 따른 장치의 실시예에 대하여 광학 시스템 및 그 광학 시스템이 고속 축빔 프로파일 (도 70a) 및 저속 축빔 프로파일 (도 70b)에 미치는 영향들을 도시한다.

도 71은 특정 실시예들에 따른, 피부 표면에 대한 초점면을 도시하는, 고속 축 및 저속 축 빔 프로파일의 그래프 및 횡단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0081] 개시의 일부 실시예들은 일부 아래 설명 및 첨부 도면을 참고함으로써 이해될 수 있으며, 유사 도면 번호는 동일 또는 유사 부품을 나타낸다.

[0082] 도 1은 일부 실시예들에 따른, 예시적인 핸드-헬드 방사선-계 치료 장치 (10)의 다양한 부품들을 도시한다. 방사선-계 치료 장치 (10)는 에너지 빔을 발생하도록 구성된 방사선 소스(14), 피부(40)의 치료 구역에 일련의 주사 에너지 빔들을 주사, 조절 및/또는 전달하기 위한 광학 시스템 (15), 제어 시스템들(18), 하나 이상의 전력 공급부(20) 및/또는 하나 이상의 팬들(fans)(34)을 포함할 수 있다.

[0083] 일부 실시예들에서, 장치(10)의 주 부품들은 핸드-헬드 구조체 또는 외부 하우징(24)에 실질적으로 독립적으로 되어 있을 수 있다. 핸드-헬드 하우징(24)은 피부 (40)의 치료 구역의 치료 동안에 피부 (또는 기타 타겟 표면)와 접촉 배열되도록 구성된 적용 단부 (또는 "치료 팁")(42)를 정의할 수 있다. 적용 단부 (42)는, 피부(또는 다른 표면)의 다양한 특성치 및/또는 장치(10)에 의해 전달된 에너지를 검출하기 위한 하나 이상의 센서들(26)뿐만 아니라, 주사 빔들을 사용자에 전달하기 위한 치료 전달 인터페이스를 포함하는 다양한 사용자 인터페이스들을 포함하거나 또는 수용할 수 있다. 일부 실시예들에서, 적용 단부(42)는 주사 빔들이 타겟 표면에 전달되면서 거치는 구경(aperture) 또는 윈도우(44)를 포함할 수 있으며, 또는 대안적으로, 광학 요소 (16) (예, 렌즈)는 적용 단부(42)에 위치될 수 있고 치료 동안에 피부와 직접 접촉 또는 근접하도록 구성될 수 있다.

[0084] 장치(10)는 여기에 기술된 기능성 또는 당업자에 알려진 기타 관련 기능성 중 임의의 것을 제공하기에 적합한 임의의 기타 부품들을 포함할 수 있다.

[0085] 방사선 소스(14)는 예를 들면 하나 이상의 레이저, LED 및/또는 플래시, 초음파 장치, RF장치 또는 마이크로 이미터와 같은 하나 이상의 방사선 소스 (14)를 포함할 수 있다. 레이저를 방사선 소스(14)로서 포함하는 실시예들은 임의 형태(들)의 레이저, 예를 들면 하나 이상의 에지 방출 레이저 다이오드들 (단일 이미터 에지 방출 레이저 다이오드들 또는 다수 이미터 에지 방출 레이저 다이오드들), 레이저 다이오드 바아, VCSEL 레이저 (수직 캐비티 표면 방출 레이저), CO2 레이저, 에르븀 YAG 레이저, 펄스파 색소 레이저, 파이버 레이저, 기타 형태들의 레이저 또는 그것들의 조합을 포함할 수 있다.

[0086] 방사선 소스(14)는 하나 이상의 방사선소스를 포함할 수 있으며 각각은 방사선의 빔을 생성하도록 작동할 수 있다. 예를 들면, 방사선 소스(14)는 하나 이상의 레이저 소스, 예를 들면, 하나 이상의 레이저 다이오드, CO2 레이저, 에르븀 YAG 레이저, 펄스파 색소 레이저, 파이버 레이저 등을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 방사선 소스(14)는 하나 이상의 단일 이미터 에지 방출 레이저 다이오드, 멀티-이미터 에이지 방출 레이저 다이오드 (예를 들면, 발명의 명칭 "하나 이상의 멀티-이미터 레이저 다이오드를 갖는 피부 치료 장치"의 2012년 3월 21일 출원된 계류 미국 특허 출원 제 13/426,995호에 기재된 다이오드, 이 출원의 전체 내용은 참고로 통합된다), 레이저 다이오드 바들 또는 VCSEL 레이저들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 방사선 소스(14)는 하나의 이상의 비-레이저 소스들, 예를 들면 하나 이상의 LED들 또는 플래시들을 포함할 수 있다.

[0087] 단순화할 목적으로, 이 개시는 종종 특이 방사선 소스 또는 레이저 소스(예를 들면, "방사선 소스", "상기 방사선 소스", "레이저", 또는 "상기 레이저"를 지칭하거나 또는 단일 방사선 소스 또는 단일 레이저 소스를 포함하는 장치를 지칭한다. 그러나, 명백하게 그렇지 않다고 기재되지 않으면 여기서 단일 방사선 소스라는 임의의 지칭은 적어도 하나의 방사선 소스 또는 레이저 소스를 의미한다고 이해되어야 할 것이다. 따라서, 예를 들면, 빔을 발생시키는 레이저 소스를 포함하는 장치의 여기서의 개시는 단일 빔을 발생시키는 특이 레이저 소스를 포함하는 장치 뿐만 아니라 다수의 레이저 소스를 포함하며 각 레이저 소스는 각각의 빔을 발생시키는 장치를 개시하는 것으로 해석되어야 한다.

[0088] 일부 실시예들에서, 방사선 소스로부터 방출된 빔은 적어도 한 방향으로 발산한다. 예를 들면, 에지 방출 레이저 다이오드 또는 멀티-방사선 소스 레이저 다이오드 바를 포함하는 실시예들에서, 방출된 빔은 고속 축과 저속 축으로 발산할 수 있다. 그래서, 이러한 실시예들에서 광학 시스템(15)은 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 고속 축 빔 프로파일과 저속 축 빔 프로파일에 함께 또는 독립적으로 배향된 광학물품을 포함할 수 있다. VCSEL 레이저를 포함하는 실시예들에서, 방출된 빔 또는 빔들은 두 축으로 대칭적으로 발산할 수 있다.

[0089] 일부 실시예들에서, 방사선 소스(14)는 소정의 피부 치료를 제공하기 위하여 임의의 적합한 파장에 맞추어 구성되거나 및/또는 임의의 적합한 파장에서 동작될 수 있다. 예를 들면, 방사선 소스(14)는 특정 광열 분해 또는 기타 치료들을 위해, 피부에서 물에 의해 흡수되는 파장, 예를 들면, 1400 nm 과 2000 nm 사이의 파장에 맞추어 구성되거나 및/또는 이 파장에서 동작되는 레이저일 수 있다. 일부 실시예에서, 방사선 소스(14)는, 예를 들어 여드름 치료 또는 특정 부분의 비-절제 피부치료, 예를 들어 피부 재생 또는 재 서패이싱, 주름 치료 또는 색소 병변들의 치료(예를 들어 검버섯, 주근깨, 기태 등)를 위해, 1400 nm 와 1550 nm 사이의 파장에 맞추어 구성되거나 및/또는 이 파장에서 동작되는 레이저일 수 있다. 다른 실시예들에서, 방사선 소스(14)는, 여드름 치료와 같은 피지선 관련 치료를 위해, 1700 nm 내지 1800 nm의 파장에 맞추어 구성되거나 및/또는 이 파장에서 동작되는 레이저일 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 방사선 소스(14)는, 일광 흑색점(solar lentigo)과 같은 색소의 병변치료를 위해, 약 1926 nm의 파장에 맞추어 구성되거나 및/또는 이 파장에서 동작되는 레이저일 수 있다. 또 하나의 예로서, 방사선 소스(14)는 제모 치료 또는 멜라닌-계 치료들을 제공하기 위하여 약 810 nm의 파장에 맞추어 형성되거나 및/또는 이 파장에서 동작되는 레이저일 수 있다. 다중 방사선 소스들을 포함하는 일부 실시예들에서, 각각 다른 방사선 소스들은 각각 다른 파장들에서 광선을 방출할 수 있다. 예를 들면, 장치는 약 1400 nm - 1550 nm의 파장을 방출하는 하나 이상의 제1 방사선 소스들 및 약 1926 nm의 파장을 방출하는 하나 이상의 제2 방사선 소스들을 포함할 수 있다. 또 하나의 예로서, 파장은 UV(예, DNA 또는 미생물에 영향을 주기 위한, 등) 의 범위에 있을 수 있고, 가시광선 스펙트럼(예, 미트콘드리아 또는 섬유 아세포와 같은 멜라닌, 헤모글로빈, 옥시헤모글로빈 또는 광선과민성 요소들에 영향을 주기 위한, 등) 또는 IR 스펙트럼(예, 멜라닌, 물, 지질에 영향을 주기 위한, 등)의 범위에 있을 수 있다. 마찬가지로, 방사선은 초음파 스펙트럼(예, 집속 초음파 부분 피부 재생 또는 조임을 수행하기 위한, 등)의 범위이거나 또는 고주파 스펙트럼(예, 부분 또는 벌크 가열을 수행하기 위한, 등)의 범위에 있을 수 있다.

[0090] 방사선 소스(14)는 임의의 적합한 에너지 또는 전력 레벨에 맞추어 구성되거나 또는 그것에서 동작될 수 있다. 예를 들면, 일부 실시예들에서, 방사선 소스(14)는 전달 빔 당 (즉 치료점 당) 약 2 mJ과 약 30 mJ 사이의 총 에너지를 방출할 수 있다. 예를 들면, 방사선 소스(14)는 전달 빔 당 약 5 mJ과 약 20 mJ 사이의 총 에너지를 방출할 수 있다. 특정 실시예들에서, 방사선 소스는 전달 빔 당 약 10-15 mJ의 총 에너지를 방출할 수 있다. 일부 실시예들에서, 각 전달 빔은 펄스 방사선 소스의 펄스에서 생기고, 이 펄스는 이후에 전달 빔으로서 피부에 전달되는 출력 빔을 제공하기 위하여 자동 주사시스템(48)에 의해 주사된다. 그래서, 이러한 실시예들에서, 방사선 소스(14)는 펄스당 약 2 mJ과 약 30 mJ 사이의, 예를 들면 펄스당 약 5 mJ과 약 20 mJ 사이의, 예를 들면 펄스당 약 10-15 mJ 의 총 에너지를 방출할 수 있다.

[0091] 일부 실시예들에서, 장치(10)는 특정 구현예, 응용 또는 장치 셋팅에 따라서, 연속파(CW) 방사선, 펄스 방사선으로서 또는 임의의 다른 방식으로 방사선을 발생시키기 위하여 방사선 소스(14)을 제어한다. 이 개시를 위하여, 방사선 소스(14)에 의해 방출된 방사선이 자동 주사시스템(48)에 의해 각각 다른 장소들에 주사되므로, 펄스 또는 연속파 방사선은 피부에 전달된 방사선이 아니라, 방사선소스(14)에 의해 방출된 방사선을 나타낸다. 그래서, 일부 실시예들에서, CW 방사선은 피부의 각각 다른 별개의 치료점들에 신속하게 주사되고, 각 치료점은 짧은 지속시간의 CW 방사선(본질적으로 펄스임)을 수광하기 때문에, CW 방사선으로서 발생된 방사선이 각각 다른 장소들에 필수적으로 일련의 펄스들로서 피부에 전달된다. 그래서, 주사 시스템을 채용하는 실시예들에서, CW 방사선 소스 및 펄스 방사선 소스가 펄스 방식으로 에너지를 전달할 수 있다.

[0092] 그래서, 설명을 명확하게 하기 위하여, 여기서 사용된 "발생 펄스(generated pluse)"는 펄스 방사선 소스(14)

에 의해 방출된 펄스를 의미하고 반면에 "전달 펄스(delivered pulse)"는 장치(10)의 적용 단부(42)로부터 전달된 펄스를 의미한다. 관련 주사요소의 한 편향 섹터로부터의 방사선 출력으로서 정의되고, 그 주사요소의 임의의 한 특정 주사 동안에 장치(10)의 적용 단부(42)로부터 전달되는 전달 펄스는 또한 여기서는 전달 빔(114)이라고 지칭된다. 그래서, 전달 펄스들은 CW 방사선 소스 및 펄스 방사선 소스에 의해 제공될 수 있다. 전달 펄스는 주사요소의 한 편향 섹터로부터 출력되고 주사요소의 임의의 특정 주사 동안에 적용 단부(42)로부터 전달되는, 단일, 연속 전달의 방사선 또는 (예, 변조 펄스, 펄스 열 또는 슈퍼 펄스의 형태의) 다중 고주파 펄스들을 포함한다.

[0093] 방사선 소스(14)가 펄스 방사선을 발생시키는 실시예들은 임의의 적합한 펄스 매개변수들, 예를 들면 펄스율 또는 주파수, 펄스 온 타임(pulse on time), 펄스 오프 타임(pulse off time), 듀티 사이클(duty cycle), 펄스 프로파일 등을 이용할 수 있다. 일부 실시예들에서, 방사선 소스(14)는 0.5와 75 Hz 사이의 율로 펄스화될 수 있다. 예를 들면, 방사선 소스(14)는 2와 30 Hz 사이의 율로 펄스화될 수 있다. 특정 실시예들에서, 방사선 소스(14)는 10과 20 Hz 사이의 율로, 예를 들면 약 15 Hz의 율로 펄스화된다. 주어진 치료점에서의 펄스 당 에너지는 동일 펄스 또는 다중 반복 펄스들에 의해 얻어질 수 있다.

[0094] 여기서 사용된 "치료점"은 방사선 소스에 의해 -- (위에서 정의된) 전달 펄스 동안에 -- 피부의 그 장소에 소정의 치료를 제공할 정도 이상으로 일반적으로 충분하게, 조사된 피부 방사선의 접촉하고 있는 구역을 의미한다. 레이저 방사선 소스를 포함하는, 방사선 소스의 일부 형태들에 대하여, 치료점의 경계들은 "$1/e^2$ 폭"으로 정의되며, 즉 치료점은 피부 표면의 임의의 점에서 최대 방사선 세기의 적어도 $1/e^2$ (또는 0.135) 배와 동일한 방사선 세기로 조사된 피부 표면의 접촉하고 있는 구역을 포함한다. 치료점은 조사된 표면(또는 체적)의 전 범위를 포함할 수 있다. 치료점은 방사선 조사에 의해 영향을 받는 조직의 전 범위를 포함할 수 있으며, 그것은 방사선 조사 구역 또는 체적 보다 더 작거나 또는 더 클 수 있다 (예, 열전도율 때문에). 또한, "피부에서의" 치료점 또는 유사한 용어에 대한 언급은, 방사선 패턴이 피부의 표면에 치료효과를 나타내는지에 관계없이, 방사선 패턴을 피부 내부에 일반적으로 발생시키는 피부에서의 방사선 패턴을 의미한다.

[0095] 치료점은 전달 펄스 동안에, 예를 들면 장치(10)의 글라이딩 모드 동작에서, 피부를 가로질러 장치(10)의 이동에 의해서 임의의 하나 이상의 방향에서, , 되묻음(smearing), 흔들림(blurring) 또는 기타 늘어나기(elongation)에 의한 임의의 증가된 구역들을 포함한다. 예를 들면, 되묻음 효과 또는 흔들림 효과에 의해, 각 전달 빔(114)에 의해 발생된 치료점은 다수의 인자들에 의존하여, 그 전달 빔(114)에 의해 피부의 순간 방사선 조사구역의 크기 보다 10% 내지 500% 클 수 있다.

[0096] 광학 시스템(15)은 방사선 소스(14)로부터 타겟 표면(예, 피부)으로의 방사선을 주사, 전달, 조절 및/또는 기타 제어 또는 영향을 미치도록 구성되며, 이러한 기능성을 제공하기 위하여 임의의 수 및/또는 형태(들)의 광학물품들 또는 광학 요소들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 광학 시스템(15)은 (a) 피부로의 전달을 위하여 입력 빔(예, 펄스 또는 CW 입력 빔)을 순차적인 일련의 출력 빔들로 변환 또는 "주사" 하도록 구성된 임의의 적절한 광학물품들(16)을 포함하는 빔 주사시스템(48), 및 (b) 주사 시스템(48)의 상류 및/또는 하류의 임의 기타 광학요소들(16)(만약 있다면)을 포함한다. 도 3a를 참고하여 아래에 더 상세하게 설명된 바와 같이, 주사 시스템(48)의 광학 물품들(16)은 여기서는 주사 광학물품들(62)로서 지칭되며, 반면에 광학 시스템(15)의 상기 기타 광학물품들(16)(만약 있다면)은 여기서는 비-주사 광학 물품들(60)으로서 지칭된다.

[0097] 여기서 사용된 "광학물품" 또는 "광학요소"는, 적어도 한 축에서 빔의 각 분포 프로파일(예, 수렴각, 발산각 또는 시준각)에 영향을 주거나, 적어도 한 축에서 빔의 초점에 영향을 주거나, 빔의 전파 방향(예, 반사 또는 편향에 의해)에 영향을 주거나 또는 그 외에 방사선의 성질에 영향을 주는, 임의의 반사 또는 투과 요소를 의미할 수 있다. 그래서, 광학물품은 거울 및 기타 반사 표면들과 같은 평면 및 비평면 반사요소들 및 렌즈, 프리즘, 광 가이드, 그레이팅(gratings), 필터 등과 같은 투과요소들을 포함한다. 이 개시의 목적으로, 광학물품은 투과 윈도우들 또는 필름들, 예를 들면 장치의 내부 부품들을 보호하기 위한 투과 구경으로서 역할을 하는 윈도우 또는 필름와 같은 평면 또는 실질적인 평면 투과 요소들을 일반적으로 포함하지 않는다. 여기서 "광학물품들" 또는 "광학요소들"은 하나 이상의 광학요소들을 의미한다.

[0098] 제어

[0099] 제어시스템들(18)은 장치(10)의 하나 이상의 부품들(예, 방사선 소스(14), 빔 주사시스템(48), 팬(34), 디스플레이들(32) 등)을 제어하도록 구성될 수 있다. 제어시스템들(18)은 예를 들면 다음 중 임의의 하나 이상을 포함할 수 있다: 사용자로의 방사선의 발생, 치료 및 전달의 양상들을 제어하기 위한 방사선 소스 제어시스템; 구역

에 치료점들의 패턴을 발생시키기 위하여 빔을 주사하기 위한 자동 주사시스템(48)을 제어하기 위한 주사시스템 제어시스템; 피부를 가로지르는 장치(10)의 예를 들면 앞서의 치료 위치에 대한 결정된 변위(예, 장치는 치료동안에 피부를 가로질러 글라이딩되기 때문에)에 기초하여 장치(10)의 양상들을 제어하기 위한 변위-계 제어시스템; 온도 제어시스템; 눈들(예, 각막)의 치료 방사선에의 노출을 방지하는 눈 안전 제어시스템(눈 안전 제어시스템은 장치(10)로부터 방출된 레이저 방사선이 고유적으로 눈에 안전한 실시예들, 예를 들면 장치(10)의 특정 직접 노출 실시예들에서 생략될 수 있다); 및/또는 배터리/전력 제어시스템.

[0100] 제어시스템(18)은 하나 이상의 센서(26) 및/또는 장치(10)와 사용자의 상호작용을 용이하게 하기 위한 사용자 인터페이스(28), 및 데이터(예, 센서들(26) 및/또는 사용자 인터페이스들(28)로부터의 데이터)를 처리하고 장치(10)의 다양한 부품들을 제어하기 위한 제어 신호들을 발생하는 제어 전자장치(30)를 포함할 수 있다. 제어전자장치(30)는 하나 이상의 프로세서 및 논리 명령 또는 알고리즘 또는 기타 데이터를 저장하기 위한 메모리 장치를 포함할 수 있다. 메모리 장치는 임의 형태의 RAM, ROM, 플래시 메모리, 또는 임의의 기타 적절한 휘발 및/또는 비휘발 메모리 장치와 같은, 전자 데이터(논리 명령 또는 알고리즘을 포함하는)를 저장하기 위한 임의의 하나 이상의 장치를 포함할 수 있다. 논리 명령 및 알고리즘은 소프트웨어, 펌웨어 또는 그것들의 결합으로서 구현될 수 있다. 프로세서는 임의의 하나 이상의 장치들, 예를 들어, 여기서 설명한 장치(10)의 적어도 다양한 기능들을 수행하기 위하여 논리 명령 또는 알고리즘을 실행하기 위한 하나 이상의 마이크로프로세서 및/또는 마이크로컨트롤러를 포함할 수 있다. 제어 전자장치(30)는 전용 아날로그 전자장치 또는 아날로그와 디지털 전자장치들의 임의의 결합을 포함할 수 있다.

[0101] 제어시스템들(18)은, 센서들(26)로부터의 피드백, 사용자 인터페이스들(28)을 통해 수신된 사용자 입력 및/또는 논리 명령/알고리즘에 기초하여, 부품들 또는 장치(10)의 동작 매개변수들을 제어할 수 있다. 예를 들면, 제어시스템들(18)은 치료 레벨(예, 저 전력 레벨, 중 전력 레벨 또는 고 전력 레벨) 또는 치료 모드(예, 글라이딩 모드 대 스탬핑 모드; 또는 고속-펄스 모드 대 저속 펄스 모드; 또는 초기 치료 모드 대 후속 치료 모드, 등), 방사선 소스(14)의 상태(예, 온/오프, 펄스-온 타임, 펄스-오프 타임, 펄스 듀티 사이클, 펄스 주파수, 시간 펄스 패턴 등), 방사선의 매개변수들(예, 방사선 파장, 세기, 전력, 플루엔스(fluence), 등), 하나 이상의 광학요소들의 구성 또는 동작(예, 아래에 설명될 회전-요소 빔 주사시스템(48)의 동작) 및/또는 장치(10)의 임의의 기타 양상들을 제어할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어시스템들(18)은 적어도 변위 센서로부터의 피드백에 기초하여 빔 주사시스템(48)(예, 회전 주사요소)의 부품들 및/또는 방사선 소스(14)의 동작을 제어할 수 있다. 그래서, 예를 들면, 제어시스템들(18)은 장치(10) 또는 치료 팁(42)이 전 치료 위치로부터 치료 구역(40)을 가로질러 특정 거리 평행이동되었다는 것을 표시하는 변위 센서로부터의 신호들에 기초하여, 방사선 소스(14) 및/또는 회전 주사요소를 제어할 수 있다.

[0102] 센서들(26)은 장치(10), 사용자, 작동 환경 또는 임의의 기타 관련 매개변수들에 대한 데이터를 감지 또는 검출하기 위한 하나 이상의 센서들 또는 센서 시스템들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 도 2와 관련하여 아래에서 더 상세히 설명한 바와 같이, 센서들(26)은 다음 형태들의 센서들의 하나 이상을 포함할 수 있다: (a) 피부에 대한 장치(10)의 변위를 결정하기 위한 하나 이상의 변위 센서, (b) 피부를 가로질러 이동하는("글라이딩하는") 장치(10)의 속력(speed), 율(rate) 또는 속도(velocity)를 결정하는 하나 이상의 동작(motion)/속력 센서, (c) 빔 주사시스템(48)의 모터의 속력 및/또는 회전 주사요소의 위치를 모니터링하기 위한 인코더 센서, (d) 장치(10)와 피부사이의 적절한 접촉을 검출하기 위한 하나 이상의 피부-접촉 센서, (e) 피부에 대고 눌려진 장치(10)의 압력을 검출하기 위한 하나 이상의 압력센서, (f) 피부 및/또는 장치(10)의 부품들의 온도를 검출하기 위한 하나 이상의 온도센서, (g) 피부에 전달된 방사선의 하나 이상의 매개변수들(예, 세기, 플루엔스, 파장 등)을 검출하거나 또는 피부에 전달된 이 매개변수들을 가리키기 위한 하나 이상의 방사선 센서, (h) 피부에서의 색소의 칼러 또는 레벨을 검출하기 위한 하나 이상의 칼러/색소 센서, (i) 방사선 소스(14)로부터의 광선에 원치않는 눈 노출을 방지하기 위한 하나 이상의 눈안전 센서, (j) 장치가 피부에 대하여 부동이거나 또는 필수적으로 부동인지를 검출하기 위한 하나 이상의 드웰 센서, (k) 장치의 변위 및/또는 글라이드 속력을 검출하기 위한 하나 이상의 롤러-형 센서들, 및/또는 기타 적절한 형태들의 센서들.

[0103] 사용자 인터페이스들(28)은 장치(10)와 사용자 상호작용을 용이하게 하기 위한 임의의 시스템들을 포함한다. 예를 들면, 사용자 인테페이스들(28)은 버튼, 스위치, 손잡이, 슬라이더, 터치 스크린, 키패드, 진동 또는 기타 촉각 피드백을 제공하기 위한 장치, 가청 명령, 비프 또는 기타 가청 음을 제공하기 위한 스피커; 또는 사용자로부터의 명령, 설정값, 또는 기타 입력을 수신하고 정보 또는 출력을 사용자에게 제공하기 위한 임의의 기타 방법들을 포함할 수 있다. 사용자 인터페이스들(28)은 또한 하나 이상의 디스플레이들(32)을 포함할 수 있으며,

그것의 하나이상은 사용자 입력을 수신하기 위한 터치 스크린일 수 있다. 하나 이상의 사용자 인터페이스들(28) 또는 그것들의 부분들은 스마트 충전 닥(smart charging dock) 또는 퍼스널 컴퓨터에서와 같이, 치료 장치로부터 분리된 하우징에 포함될 수 있고, 치료 장치는 하드와이어(케이블 또는 잭과 같은), 무선 방법들(적외선 신호, 무선 신호, 또는 블루투스와 같은) 또는 기타 적절한 통신 방법들을 통해서 분리된 하우징과 통신할 수 있다.

[0104] 전력공급부(20)는 장치(10)의 다양한 부품들에 전력을 발생, 조정 또는 공급하기 위한 임의의 하나 이상의 형태 및 예의 전력공급부 또는 전원을 포함할 수 있다. 예를 들면, 전력 공급부(20)는 하나 이상의 재충전형 배터리 또는 비 재충전형 배터리, 커패시터, 슈퍼-커패시터, DC/DC 어댑터, AC/DC 어댑터 및/또는 아울렛(예, 110V 벽 아울렛)으로부터 전력을 받기 위한 연결부를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 전력 공급부(20)는 하나 이상의 재충전형 배터리 또는 비 재충전형 배터리, 예를 들면 하나 이상의 Li 함유 셀 또는 하나 이상의 A, AA, AAA, C, D, 대면적(prismatic), 또는 9 V 재충전형 또는 비 재충전형 셀을 포함한다. 예시적인 일 실시예에서, 장치(10)는 중국의 Shenzhen Mottcell 배터리 Technology Co.로부터의 LiFePO4 18650XP, 3.2 V, 1100 mAh 재충전형 배터리를 사용한다.

[0105] 도 2는 특정 실시예들에 따른, 장치(10)의 양상들을 제어하기 위한 제어시스템들(18)의 예시적인 부품들을 도시한다. 제어시스템들(18)은 제어 전자장치(30), 센서들(26), 사용자 인터페이스들(28) 및 다수의 제어 하위시스템들(52)을 포함할 수 있다. 제어 하위시스템들(52)은 장치(10)의 하나 이상의 부품들(예, 방사선 소스(14), 팬(34), 디스플레이(32) 등)을 제어하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 제어 하위시스템들(52)은 방사선 소스 제어시스템(128), 주사시스템제어시스템(130), 변위-계제어시스템(132), 사용 성능(usability) 제어시스템(133), 사용자 인터페이스 제어시스템(134), 온도 제어시스템(136), 배터리/전력 제어시스템(138), 모터/펄스 제어시스템(139), 및/또는 여기서 제시한 임의의 기능성중의 어느것을 제어하기 위한 임의의 기타 적합한 제어 시스템들을 포함할 수 있다. 사용자 인터페이스 제어시스템(134)은 사용자 인터페이스 센서 제어시스템(140) 및 사용자 입력/디스플레이/피드백 제어시스템(142)을 포함할 수 있다.

[0106] 각 제어 하위시스템(52)는 임의의 적절한 제어 전자장치(30), 센서들(26), 사용자 인터페이스들(28) 및/또는 임의의 기타 부품들, 장치(10)와 관련된 입력, 피드백, 또는 신호를 이용할 수 있다. 또한, 임의의 둘이상의 제어 시스템들은 적어도 부분적으로 통합될 수 있다. 예를 들면, 제어시스템들(128-139)의 기능성은 예를 들면, 특정 알고리즘들 또는 프로세스들이 다중 또는 모든 제어시스템들(128-139)와 관련된 특정 기능성을 제공할 수 있도록, 적어도 부분적으로 통합될 수 있다.

[0107] 각 제어 하위시스템(52)(예, 하위시스템들(128-139))은 임의의 적합한 제어 전자장치(30), 센서들(26) 및 사용자 인터페이스들(28)을 이용하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어 전자장치(30)는 하나이상 또는 모든 제어 하위시스템들(52)에 의해 공유될 수 있다. 다른 실시예들에서, 전용 제어 전자장치(30)는 개별적인 제어 하위시스템들(52)에 의해 제공될 수 있다.

[0108] 제어 전자장치(30)는 하나 이상의 프로세서(144) 및 논리 명령 또는 알고리즘(148) 또는 기타 데이터를 저장하기 위한 메모리장치(146)를 포함할 수 있다. 메모리 장치들(146)은 임의의 형태의 RAM, ROM, 플래시 메모리, 또는 임의의 기타 적합한 휘발성 및/또는 비-휘발성 메모리 장치들과 같은, 전자 데이터(논리명령 또는 알고리즘을 포함)를 저장하기 위한 임의의 하나 이상의 장치를 포함할 수 있다. 논리명령 또는 알고리즘(148)은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 그것들의 결합으로서 구현될 수 있다. 프로세서들(144)은 임의의 하나 이상의 장치들, 예를 들면 여기서 설명된 장치(10)의 적어도 상기 다양한 기능들을 수행하도록 논리 명령 또는 알고리즘을 실행하기 위한 하나이상의 마이크로 프로세서들 및/또는 마이크로컨트롤러들을 포함할 수 있다. 제어 전자장치(30)는 오직 아날로그 전자장치만, 또는 아날로그와 디지털 전자장치의 임의의 결합을 포함할 수 있다.

[0109] 센서들(26)은 장치(10), 사용자, 작동 환경 또는 임의의 기타 관련 매개변수들에 관한 데이터를 감지하거나 또는 검출하기 위한 임의의 하나 이상의 센서들 또는 센서 시스템들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 센서들(26)은 하나 이상의 다음 형태들의 센서들을 포함할 수 있다:

[0110] (a) 피부(40)에 대한 장치의 변위를 검출, 측정 및/또는 계산하기 위한 또는 변위를 결정하는 신호들을 발생시키기 위한 적어도 하나의 변위 센서(200). 일부 실시예들에서, 예를 들면, 도 40a-44와 관련하여 아래에 설명된 바와 같이, 변위 센서(200)는 피부에서의 고유 피부 특징들을 식별하고 계수함으로써 장치(10)의 변위를 결정하도록 구성된 단일-화소 센서일 수 있다. 기타 실시예들에서, 예를 들면, 도 45-46과 관련하여 아래에 설명된 바와 같이, 변위 센서(200)는 2차원 어레이의 화소들을 이용하는 마우스-형 광학 이미징 센서와 같은, 다중-화소 센서일 수 있다.

[0111] 다른 실시예들에서, 예를 들면, 도 48a-48g와 관련하여 아래에 기재된 바와 같이, 변위 센서(200)는 롤러 회전의 양이 장치의 선형 변위를 표시하는 롤러-형 센서(218)일 수 있다. 예를 들면, 롤러-형 센서 변위 센서(200)는 하나 이상의 표시를 갖는 기계적 롤러, 기계적 롤러가 검출장치를 지날 때 이러한 표시를 식별하기 위한 검출장치(예, 광학 또는 기타 스캐너) 및 이러한 표시의 검출에 기초하여 장치(10)의 변위를 결정하기 위한 처리 전자장치를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 롤러는 또한 글라이딩 치료를 용이하게 하기 위하여 모터에 의해 능동적으로 구동될 수 있다.

[0112] 또 다른 실시예들에서, 변위 센서(200)는 아래에 설명된 바와 같이, 용량형(capacitive) 센서를 포함할 수 있다. 변위 센서(200)는 장치(10)의 변위를 계산, 측정 및/또는 계산하는 임의의 수의 기타 장치들 또는 기술들을 사용할 수 있다.

[0113] 변위 센서(200)는 (i) 하나 이상의 방향에서 장치(10)의 선형 변위들을 검출, 측정 및/또는 계산하거나, (ii) 하나 이상의 회전방향에서 장치(10)에 의해 주행된 회전의 정도를 검출. 측정 및/또는 계산하거나, 또는 (iii) 그것들의 임의의 결합에 사용될 수 있다.

[0114] (b) 치료 구역(40)을 가로질러 이동하는 장치(10)의 율(rate), 속력 또는 속도를 검출, 측정 및/또는 계산하기 위한 ("수동 글라이드 속력"), 또는 수동 글라이드 속력을 결정하는 신호들을 발생시키기 위한 적어도 하나의 운동/속력 센서;

[0115] (c) 주사 시스템 모터(120) (예, 도 68a 및 도 68b에 보여진 인코더 휠(121))에 고정된 인코더의 회전 및/또는 위치를 검출하기 위한 적어도 하나의 인코더 센서(203). 예를 들면, 인코더 센서(203)는 인코더가 모터(120)에 의해 회전됨에 따라서, 인코더의 회전 및/또는 위치를 탐독하도록 구성된 광학센서일 수 있다. 인코더 센서(203)로부터의 신호는 모터 속력 및/또는 회전 주사요소의 위치를 결정하는데, 예를 들면 주사요소에 전달된 빔 펄스들의 타이밍을 제어하는데 사용될 수 있다.

[0116] (d) 장치(10)와 피부 또는 치료 구역(40) 사이의 접촉을 검출하기 위한 적어도 하나의 피부-접촉 센서(204). 예를 들면, 장치(10)는 사용자의 피부와의 접촉을 검출하기 위한 하나 이상의 용량형 접촉 센서를 포함할 수 있다.

[0117] (e) 피부 또는 피부 구역(40)에 대한 장치의 압력(또는 힘)을 검출하기 위한 적어도 하나의 압력(또는 힘) 센서(206).

[0118] (f) 치료 구역(40), 치료 구역(40)의 부위(치료 전, 동안 및/또는 후의 치료점(70)과 같은), 장치(10)의 부품들, 또는 기타 물체의 온도를 검출하기 위한 적어도 하나의 온도 센서(208).

[0119] (g) 치료 구역(40)에 전달된 방사선의 레벨들 또는 기타 매개변수들을 검출하거나 또는 치료 구역(40)에 전달된 방사선을 나타내기 위한 적어도 하나의 방사선 센서(210)(예, 광선 펄스당, 각각의 빔/치료점 당, 주사 빔들/치료점들(70)의 주사 어레이 당, 특정 수의 각각의 전달 빔들/치료점들(70) 또는 빔들/치료점들(70)의 주사 어레이들 당, 또는 특정 시간 기간 당). 예를 들면, 장치(10)는 치료 빔의 펄스 지속시간을 측정하는 광 다이오드를 포함할 수 있다.

[0120] (h) 치료 구역(40)에서의 색소의 칼러 또는 레벨을 검출하기 위한 적어도 하나의 칼러/색소 센서(212).

[0121] (i) 치료 방사선 소스(14)로부터의 광선에 원치않는 눈 노출을 방지하는데 도움이 되기 위한 적어도 하나의 눈 안전 센서(214). 예시적인 눈 안전 센서들(214)는 도 48-51를 참고하여 아래에 설명된다.

[0122] (j) 장치(10)가 피부에 대하여 부동이거나 또는 필수적으로 부동인지를 검출하기 위한 적어도 하나의 드웰 센서(216).

[0123] (k) 장치(10)의 변위, 장치(10)의 수동 글라이드 속력 또는 장치(10)의 부동 상태, 또는 둘 다를 나타내는 신호들을 검출하기 위한, 변위 센서(200), 운동/속력 센서 (202), 드웰 센서 (216) 또는 모두로서 사용될 수 있는 적어도 하나의 롤러-계 센서(218).

[0124] (l) 임의의 다른 형태의 센서들.

[0125] 사용자 인터페이스들(28)은 장치(10)와의 사용자의 상호작용을 용이하게 하기 위한, 예를 들면 데이터를 디스플레이하거나 또는 피드백을 사용자에게 시각적으로 및/또는 청각적으로 및/또는 감지할 수 있게(예, 진동을 통하여) 제공하고, 그리고 사용자로부터 명령, 선택 또는 다른 입력을 받기 위한 임의의 시스템들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 사용자 인터페이스들(28)은 하나 이상의 디스플레이들(32)(그것들 중 하나 이상은 쌍방향성

터치 스크린들일 수 있다), 하나 이상의 수동장치들(220)(예, 버튼, 스위치, 손잡이, 슬라이더, 터치 스크린, 키 패드, 등), 하나 이상의 스피커들(222) 및/또는 데이터, 정보 또는 피드백을 사용자에게 제공하거나 또는 사용자로부터 입력 또는 정보를 받기 위한 임의의 기타 장치들을 포함할 수 있다.

[0126] 제어 하위시스템들(52)은 센서들(26)으로부터의 피드백, 사용자 인터페이스들(28)로부터 받은 사용자 입력 및/또는 논리 명령/알고리즘(148)의 실행에 기초하여, 장치(10)의 하나이상의 제어가능 동작 매개변수들을 제어하도록 구성될 수 있다. 여기서 사용된 "제어가능 동작 매개변수들" 은 임의의 하위 시스템(52)에 의해 제어될 수 있는 장치(10)의 임의의 양상들 또는 매개변수들을 포함할 수 있다.

[0127] 예를 들면, 하나 이상의 제어 하위시스템들(52)은 예를 들어 하기와 같은 방사선 소스(14)의 동작의 임의의 양상들을 제어할 수 있다:

[0128] (a) 치료 모드를 선택 및/또는 스위칭한다(아래에 설명한다),

[0129] (b) 방사선 소스(14)의 온/오프 상태를 제어하고(이것은 각각의 광선 소스들을 독립적으로 또는 그룹으로 제어하는 것을 포함할 수 있다), 그리고 이러한 온/오프 상태의 타이밍: 예, 펄스 트리거 지연, 펄스 지속시간, 펄스 듀티 사이클, 펄스 주파수, 시간 펄스 패턴, 등을 제어한다,

[0130] (c) 방사선의 하나 이상의 매개변수들: 예, 파장, 세기, 전력, 플루엔스 등을 제어한다(예, 방사선 소스(14)에 공급되는 전력을 제어함으로써), 및/또는

[0131] (d) 방사선 소스(14)의 임의의 다른 양상를 제어한다.

[0132] 또 하나의 예로서, 하나 이상의 제어 하위시스템들(52)은 하기 예를 든 바와 같은 주사시스템(48)의 동작의 임의의 양상들을 제어할 수 있다:

[0133] (a) 회전 주사요소(100)의 회전의 시작/정지를 제어하고,

[0134] (b) 회전 주사요소(100)의 회전 속력을 제어하고(예, 모터(120)를 제어함으로써) 및/또는

[0135] (c) 주사시스템(48)의 임의의 다른 양상를 제어한다.

[0136] 제어 하위시스템들(52)(예, 제어 시스템들(128-139))은 센서들(26)로부터의 피드백, 사용자 인터페이스들(28)로부터 받은 사용자 입력, 및/또는 논리 명령/알고리즘(148)에 기초하여 장치(10)의 부품들 또는 양상들을 제어할 수 있다. 예를 들면, 일부 실시예들에서, 제어시스템(128)은 하나 이상의 변위 센서들(200) 및/또는 피부 접촉 센서들(204)로부터의 피드백에 기초하여 방사선 소스(14) 및/또는 빔 주사시스템(48)의 동작(예, 주사요소(100)의 회전)을 제어할 수 있다. 또 하나의 예로서, 제어시스템(128)은 하나 이상의 변위 센서들(200), 피부 접촉 센서들(204) 및 눈 안전센서(214)로부터의 피드백에 기초하여 방사선 소스(14) 및/또는 빔 주사시스템(48)의 동작을 제어할 수 있다. 다른 실시예들에서, 제어시스템(128)은 하나 이상의 글라이드 율 센서들(202) 및 피부 접촉 센서들(204)로부터의 피드백에 기초하여, 방사선 소스(14) 및/또는 빔 주사시스템(48)의 동작을 제어할 수 있다. 다른 실시예들에서, 제어시스템(128)은 하나 이상의 드웰 센서들(216) 및 피부 접촉 센서들(204)로부터의 피드백에 기초하여, 방사선 소스(14) 및/또는 빔 주사시스템(48)의 동작을 제어할 수 있다. 다른 실시예들에서, 제어시스템(128)은 변위 센서(200) 또는 드웰 센서(216)와 글라이드 율 센서(202)의 양 센서들, 그리고 하나 이상의 다른 센서들(204-218)로부터의 피드백에 기초하여, 방사선 소스(14) 및/또는 빔 주사시스템(48)의 동작을 제어할 수 있다.

[0137] 광학시스템

[0138] 위에 설명한 바와 같이, 장치(10)는 방사선 소스(14)로부터 타겟 표면(예, 피부)으로의 방사선을 주사, 전달, 조절 및/또는 그 외의 제어를 하거나 또는 영향을 주도록 구성된 광학 시스템(15)을 포함할 수 있고, 그리고 이러한 기능성을 제공하기 위한 임의의 수 및/또는 형태(들)의 광학물품 또는 광학요소들을 포함할 수 있다. 광학 시스템(15)은 (a) 피부로의 전달을 위한 연속적 일련의 출력 빔들을 발생시키기 위하여 입력 빔을 주사하기 위한 임의의 적합한 빔 주사 광학 물품(62)을 포함하는 빔 주사시스템(48) 및 (b) 주사시스템(48)의 상류 및/또는 하류에 있는 임의의 기타 광학요소들(16)(만약 있다면)을 포함할 수 있다.

[0139] 도 3a는 특정 실시예들에 따른 장치(10)의 예시적인 광학 시스템(15)의 일반적인 부품들의 양상들을 도시한다. 이러한 실시예들에서, 광학 시스템(15)은 빔 주사시스템(48)의 빔 주사 광학물품(62) 및 (선택적으로) 비-주사

광학물품(60)을 포함할 수 있다. 빔 주사 광학물품(62)은 타겟 구역(40)에 치료점들(70)의 패턴(예, 점들, 선들, 또는 다른 형상들)을 생성하기 위하여 입력 빔을 순차적으로 전달된 일련의 또는 어레이의 출력 빔들을 주사하도록 구성될 수 있다. 비-주사 광학물품(60)(만약 있다면)은 주사 광학물품(62)의 상류의 비-주사 광학물품(60A), 주사 광학물품(62)의 하류의 비-주사 광학물품(60B), 또는 상류의 비-주사 광학물품(60A)와 하류의 비-주사 광학물품(60B) 둘 다를 포함할 수 있다. 일부 실시예들은 상류의 비-주사 광학물품(60A)와 하류의 비-주사 광학물품(60B)을 포함한다.

[0140] 도 3a을 참고하면, 방사선 소스(14)에 의해 발생된 빔은 여기서는 발생 빔(108)으로 지칭된다. 주사 광학물품(62)에서 수광되는 시점의 빔은 본 개시에서는 입력 빔(110)으로 지칭된다. 주사 광학물품(62)은 입력 빔(110)을, 여기서 출력 빔들(112)로 지칭되는 복수의 주사 빔들로 주사한다. 장치(10)의 적용 단부(42)를 떠나는 시점의 주사 빔들은 전달 빔들(114)이라 지칭된다.

[0141] 도 3b는 특정 실시예들에 따른 장치(10)의 예시적인 광학 시스템(15)의 전체적인 부품들의 양상들을 도시한다. 특히. 도3b는 광학물품(16)은 입사 빔의 각각 다른 광축들에 각각 다르게 작용하는 축-비대칭 요소들을 포함할 수 있다는 것을 도시한다. 예를 들면, 광학물품(16)은 제1 광축에서 입사 빔에 주로 영향을 주도록 구성된 제1 광학물품 및 제1 광축과 직교하는 제2 광축에서 입사 빔에 주로 영향을 주도록 구성된 제2 광학물품을 포함할 수 있다. 상기 빔에 특정 광축에서 주로 영향을 주는 것은 특정 광축에서 직교 광축에서보다 더 크게 상기 빔의 세기 프로파일에 영향을 주는 것을 포함할 수 있다. 여기서 사용된, 빔의 특정 광축에 따른 세기 프로파일은 (a) 특정 광축에 따른 세기 프로파일의 형상(예, 가우스(Gaussian), 평정(flat-topped), 등); (b) 빔이 수렴하는지, 발산하는지, 또는 평행하게 되는 지의 여부; (c) 빔의 수렴 또는 발산의 정도 등을 나타낸다.

[0142] 일부 실시예들에서, 이러한 축-비대칭 광학요소는 비대칭 빔을 발생시키는 방사선 소스(14), 예를 들면 레이저 다이오드를 제어 또는 처리(취급)하는데 사용되며, 이 방사선 소스는 제1 축("고속 축"이라 함)에서 상당히 빠르게 발산하고 직교 제2 축("저속 축"이라 함)에서 상당히 느리게 발산한다.

[0143] 그래서, 도 3b에 보여진 예에서, 비-주사 광학물품(60)은 분리된 고속 축 광학 물품(64)(또는 고속 축 광학물품(64)) 및 저속 축 광학물품(66)(또는 저속 축 광학물품(66))을 포함한다. 고속 축 광학물품(64)은 (저속 축 세기 프로파일에 미치는 영향들과 비교하여) 빔의 고속 축 세기 프로파일에 주로 영향을 주도록 구성된 하나 이상의 광학요소들(16)을 포함하며, 반면에 저속 축 광학물품(66)은 (고속 축 세기 프로파일에 미치는 영향들과 비교하여) 빔의 저속 축 세기 프로파일에 주로 영향을 주도록 구성된 하나 이상의 광학요소들을 포함한다. 특정 실시예들에서, 고속 축 광학 물품(64)은 저속 축 세기 프로파일에 실질적으로 영향을 미치지 않고 고속 축 세기 프로파일에 영향을 미치도록 구성된다. 또한, 특정 실시예들에서, 저속 축 광학물품(66)은 고속 축 세기 프로파일에 실질적으로 영향을 미치지 않고 저속 축 세기 프로파일에 영향을 미치도록 구성된다. 특정 실시예들에서, 이 특징들의 모두가 제공된다: 고속 축 광학 물품(64)은 저속 축 세기 프로파일에 실질적으로 영향을 미치지 않고 고속 축 세기 프로파일에 영향을 주고, 저속 축 광학 물품(66)은 고속 축 세기 프로파일에 실질적으로 영향을 미치지 않고 저속 축 세기 프로파일에 영향을 준다.

[0144] 대안적으로, 고속 축 광학물품(64)과 저속 축 광학물품(66)은 부분적으로 또는 일반적으로 통합될 수 있다. 예를 들면, 특정 광학요소(예, 거울 또는 렌즈)는 고속 축 세기 프로파일과 저속 축 세기 프로파일 모두에 상당한 영향을 줄 수 있다. 이러한 요소는 멀티-축 광학요소로서 지칭될 수 있으며 모든 축들에 대칭적일수 (예, 구형)도 있고 또는 아닐 수도 있다. 일부 실시예들은, 하나 이상의 분리된 고속 축 광학요소들에 더하여 하나 이상의 멀티-축 광학요소들; 또는 하나 이상의 분리된 저속 축 광학요소들에 더하여 하나 이상의 멀티-축 광학요소들; 하나 이상의 분리된 저속 축 광학요소들과 하나 이상의 분리된 고속 축 광학요소들에 더하여 하나 이상의 멀티-축 광학요소들; 또는 그것들의 임의의 다른 결합을 포함할 수 있다.

[0145] 고속 축 광학물품(64), 저속 축 광학물품(66) 및 빔 주사 광학물품(62)은 빔 전파의 경로를 따라 임의의 순서로 배열될 수 있다. 예를 들면, 광학물품(64 및 66)은 빔 주사 광학물품(62)의 상류에 또는 빔 주사 광학물품(62)의 하류에 배열될 수 있고, 또는 빔 주사 광학물품(62)은 광학물품(64)과 광학물품(66) 사이에 배열될 수 있으며, 빔 주사 광학물품(62)은 광학물품(64 및 66)의 어느 하나로서 또는 모두로서 역할을 할 수 있다. 또한 빔 주사 광학물품(62)이 또한 고속 축 광학물품(64), 저속 축 광학물품(66) 또는 모두로서 역할을 할 경우에는, 광학 시스템(15)은 또한 하나 이상의 분리된 고속 축 광학물품(64), 저속 축 광학물품(66) 또는 모두를 순서대로 각각 포함할 수 있다.

[0146] 또한, 고속 축 광학물품(64)과 저속 축 광학물품(66)의 각각은 빔 주사 광학물품(62)으로부터 분리되거나 또는 빔 주사 광학물품(62)과 일체화될 수 있다. 다시 말하면, 주사 광학물품(62)은 고속 축 세기 프로파일과 저속

축 세기 프로파일의 어느 하나 또는 모두에 영향을 주거나, 또는 어느 것에도 영향을 주지 않을 수 있다. 그래서, 예를 들면, 주사 광학물품(62)은 고속 축 광학물품(64)으로서 역할을 하며 저속 축 광학물품(66)은 분리하여 제공된다. 대안적으로, 주사 광학물품(62)으 저속 축 광학물품(66)으로서 역할을 하며 고속 축 광학물품(64)은 분리하여 제공된다. 대안적으로, 주사 광학물품(62)은 고속 축 세기 프로파일과 저속 축 세기 프로파일의 모두에 상당한 영향을 줄 수 있다.

[0147] 도 3c는 장치(10)의 특정 예시적 실시예들에 대한 예시적 광학시스템(15)의 개괄적인 구성을 도시한다. 이 예시적 구성에서, 광학 시스템(15)은 상류 고속 축 광학물품 (60A, 64); 저속 축 광학물품(66)으로서 역할도 하는 빔 주사 광학물품(62), 및 선택적으로 (특정 실시예에 따라서) 하류 고속 축 광학물품 (60B)을 포함한다. 상류 고속 축 광학물품(60A) 및 선택적인 하류 고속 축 광학물품(60B)은 각각 예를 들면 원통형 또는 "로드"렌즈, 비구면(aspheric) 렌즈 또는 임의의 다른 적절한 광학요소를 포함할 수 있다. 저속 축 광학물품(66)으로서도 역할을 하는 빔 주사 광학물품(62)은 예를 들면, 아래에 설명된 회전 멀티-섹터 주사요소, 예를 들어 주사요소(100A 또는 100B)를 포함할 수 있다. 광학 시스템(15)은 또한 원하는대로 빔들을 배향시키도록 구성된 하나 이상의 평면 거울들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 평면 거울은 출력 빔들의 주사 어레이(112)를 장치(10)의 적용단부(42)로 배향시키기 위하여 빔 주사 광학물품(62)의 하류에(있다면, 하류 고속 축 렌즈(60B)의 상류에) 배치될 수 있다.

[0148] 특정 실시예들에서, 방사선 소스(14)는 펄스 또는 CW 발생 빔(108)을 방출하도록 구성된 레이저 다이오드이다. 상류 고속 축 광학물품(60A)은 고속 축에서 발생 빔(108)의 발산을 감소시키고, 그 결과로 얻어진 입력 빔(110)은 빔 주사 광학물품(62)에서 수광되고, 이 빔 주사 광학물품은 입력 빔(110)을 주사하여 순차적인 일련의 출력 빔들(112)을 생성한다. 일부 실시예들에서, 출력 빔들(112)은 하나 이상의 평면 거울들(예, 도3d에 도시되고, 아래에 설명된 바와 같이)에 의해 재배향될 수 있고, 및/또는 하류 고속 축 광학물품(60B)에 의해 영향을 받게 될 수 있다. 다른 실시예들에서, 출력 빔들(112)은 주사 광학물품(62)의 하류에 있는 임의의 광학물품(16)이 없이, 전달 빔(114)으로서 피부에 전달될 수 있다.

[0149] 일부 실시예들에서, 주사 광학물품(62)(예, 아래에 설명된 주사요소(100A 또는 100B)은 주사 방향에서 서로 각도면에서 오프셋된 출력 빔들의 순차적인 어레이(112)를 제공할 수 있다. 선택적인 하류 고속 축 광학물품(60B)은 출력 빔들의 어레이(112)를 수광하고 그 빔들의 어레이에 작용하기 위하여 주사 방향으로 연장될 수 있다. 예를 들면, 고속 축 광학물품(60B)은 주사 방향으로 연장되고, 전달 빔(114)으로서 피부로의 전달을 위한 각 출력 빔(112)의 발산을 감소시키고/수렴을 증가시키도록 구성된 로드 렌즈를 포함할 수 있다.

[0150] 도 3d는 도 3c에 보여진 구성과 유사한 구성을 도시하지만, 예시적인 실시예들에 따라, 평면 전환 거울(65)을 추가로 포함한다. 일부 이러한 실시예들에서, 주사 광학물품(62)(예, 아래에 설명된 주사요소 (100A 또는 100B))은 주사방향에서 서로 각도면에서 오프셋된 출력 빔들(112)의 순차적인 어레이를 제공할 수 있다.

[0151] 출력 빔들(112)의 주사 방향은 거울(65)에 의해 시프트(shift)되거나 또는 전환될 수 있다. 선택적 하류 고속 축 광학물품(60B)은 출력 빔들(112)의 어레이를 수광하고 이 어레이에 작용하기 위하여 시프트 또는 전환 주사 방향과 동일한 방향으로 연장될 수 있다. 예를 들면, 고속 축 광학물품(60B)은 주사 방향으로 연장되고, 전달 빔(114)으로서 피부로의 전달을 위한 각 출력 빔(112)의 발산을 감소시키고/수렴을 증가시키도록 구성된 로드 렌즈를 포함할 수 있다.

[0152] 또한, 아래에 설명된 다른 실시예들은 광학 시스템(15)의 다양한 구성들에 관한 것이다. 예를 들면, 도 10A-11B에 보여진 예시적인 실시예들에서, 빔 주사 광학물품(62)은 또한 저속 축 광학물품(66)으로서 역할을 하고 반면에 고속 축 광학물품(64)은 분리하여 제공된다. 도 19 및 20에 보여진 예시적인 실시예들에서, 고속 축 광학물품(64)과 저속 축 광학물품(66)은 모두 빔 주사 광학물품(62)과 분리되어 제공된다.

[0153] 위에서 설명한 바와 같이, 여기서 사용된 용어 "광학물품"은 단일 광학요소 또는 다수 광학요소들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 예를 들면, 도 10A-10B, 11A-11B, 19, 및 20에 보여진 예시적인 실시예들에서, 장치(10)는 단지 단일 고속 축 광학요소(64)와 단일 저속 축 광학요소(66)를 포함한다. 또한, 하류 고속 축 광학물품(60B)이 생략된 도 3C에 따른 실시예들은 단지 단일 고속 축 광학요소(64)와 단일 저속 축 광학요소(66)를 포함한다. 이들 실시예에서, 빔 주사 광학물품(62)은 저속 축 광학물품(66)으로서 역할을 한다(예,회전 주사요소(62)의 임의의 특정 위치에서, 발생(108)부터 전달(114)까지의 빔이 저속 축에서 단지 단일 광학요소: 회전 주사요소(62)의 각각의 섹터에 의해 상당한 영향을 받도록, 회전 멀티-섹터 주사요소(62)의 각 섹터는 주로 저속 축에서 입력 빔(110)에 영향을 준다). 이러한 실시예들은 또한 주사 광학물품(62)으로부터 분리된 단일 고속 축 광학요소(64)를 포함한다.

[0154] 도 19 및 20의 실시예들에서, 고속 축 광학요소(64) 및 저속 축 광학요소(66)는 주사 광학물품(62)으로부터 분리되며, 이 주사 광학물품은 평면 거울 작은 표면들(facets)을 이용하고 따라서 평면 편향을 제외하고 고속 축 또는 저속 축 어느 축에서도 빔에 영향을 미치지 않는다.

[0155] 다른 실시예들에서, 장치(10)는 둘 이상의 고속 축 광학요소(64)와 둘 이상의 저속 축 광학요소(66) 또는 모두를 포함한다. 예를 들면, 도 10A-10B, 11A-11B, 19, 및 20에 보여진 실시예들 중 어느 것도 각각의 축들에서 빔에 추가로 영향을 주기 위하여 하나 이상의 고속 축 광학요소들(64) 및/또는 저속 축 광학요소들(66)을 추가로 포함할 수 있다.

[0156] 또 다른 하나의 실시예들에서, 장치(10)는 고속 축 광학물품(64) 및/또는 저속 축 광학물품(66) 대신에 또는 고속 축 광학물품(64) 및/또는 저속 축 광학물품(66)에 더하여, 하나 이상의 축-대칭 광학물품(16)을 포함한다. 예를 들면, 광학 시스템(15)의 광학물품(16)은 하나 이상의 구형 광학요소들, 축-대칭 포물선형 광학요소들, 및/또는 임의의 다른 형태의 축-대칭 광학요소들을 포함할 수 있다. 이러한 축-대칭 광학요소들은 예를 들면, 파이버 레이저, 수직 공동 표면 발광 레이저(VCSEL), LED, 또는 램프와 같은, 축-대칭 빔을 발생하는 방사선 소스(14)를 이용하는 장치(10)의 실시예들에 이용될 수 있다. 하나 이상의 축-대칭 광학요소들은 또한 예를 들면 레이저 다이오드와 같은, 축-비대칭 빔을 발생하는 방사선 소스(14)를 이용하는 장치(10)의 특정 실시예들에서 이용될 수 있다.

[0157] 예시적인 장치 계통도

[0158] 도 4는 특정 실시예들에 따른 예시적 장치(10)의 기능 블록 도표를 도시한다. 도시된 바와 같이, 장치(10)는 방사선 소스(14), 빔 주사시스템(48)을 포함하는 광학 시스템(15), 제어시스템(18), 디스플레이들(32)을 포함하는 사용자 인테페이스들(28), 전력 소스(이 예에서, 배터리)(20), 다양한 센서들(26) 및 냉각 팬(34)을 포함하는, 하우징(24)에 수용된 다양한 부품들을 포함할 수 있다.

[0159] 방사선 소스(14)는 히트 싱크(36)와 고속 축 광학요소(64)에 결합된 방사선 소스(14)(이 예에서, 레이저 다이오드)를 포함한다. 광학 시스템(15)은 상류고속 축 광학요소(64), 저속 축 광학요소(66) 및 선택적인 하류 광학요소(16)를 포함할 수 있다. 이 예에서, 고속 축 광학요소(64)(예, 로드 렌즈)는 방사선 소스(14)의 히트 싱크(36)에 장착되며, 그래서 방사선 소스(14)의 부품으로 간주될 수 있다. 또한, 이 예에서, 저속 축 광학요소(66)는 빔 주사시스템(48)의 멀티-섹터 회전 주사요소(62)(예, 요소(100A 또는 100B))이다. 그래서, 이 예에서, 회전 주사요소(62)는 주사요소와 저속 축 광학요소 모두로서 역할을 한다. 빔 주사시스템(48)은 주사요소(62) 및 인코더(121), 예를 들면 주사요소(62)에 고정된 표시기 휠(indicator wheel)을 회전하도록 구성된 모터(120)를 포함한다. 동작시, 방사선 소스(14)는 발생 빔(108)을 방출하며, 발생 빔은 입력 빔(110)을 주사요소(62)에 제공하기 위하여, 고속 축 광학요소(64)에 의해 영향을 받는다. 입력 빔(110)은 멀티-섹터 회전 주사요소(62)에 의해 주사되어, 오프셋 출력 빔들(112)의 연속 어레이(예, 서로 각도면에서 오프셋된)를 발생한다. 출력 빔들(112)은 하류 광학물품(16)(하류 광학물품은 빔들 및 빔들에 영향을 주지 않는 보호 출력 윈도우(44)를 영향을 준다)을 거쳐서, 피부에 치료점들의 어레이를 발생시키기 위하여 전달 빔들(114)으로서 피부에 전달된다.

[0160] 장치(10)는 하나 이상의 변위센서들(200), 피부 접촉 센서들(204), 및/또는 눈 안전 센서들(214)(및/또는 여기서 설명한 임의의 다른 형태 또는 형태들의 센서들(26))을 포함할 수 있다. 변위 센서(200)는, 예를 들면, 장치(10)가 동작의 글라이딩 모드 또는 스탬핑 모드로 피부를 가로질러 이동될 때, 피부에 대한 장치(10)의 가로 변위를 모니터링할 수 있다. 피부 접촉 센서들(204)은 장치(10), 특히 적용 단부(42)가 사용자에게 치료를 제공하기 위하여, 피부와 접촉하거나 또는 피부에 충분히 가까운지를 결정할 수 있다. 눈 안전 센서(214)는, 눈의 의도하지 않은 노출을 방지하기 위하여, 장치(10)가 눈이 검출되었을 때 제어될 수 있도록(예, 방사선 소스(14)가 턴오프되도록), 장치(10)의 적용 단부(42)(예, 적용 단부(42)에서의 광학요소(16) 또는 윈도우(44))가 피부 또는 눈 위에 위치되었는지를 결정할 수 있다.

[0161] 위에서 설명한 바와 같이, 제어시스템(18)은 장치(10)의 다양한 부품들 및 양상들을 제어하기 위한 임의의 적절한 하위시스템들을 포함할 수 있다. 이 예에서, 제어시스템(18)은 방사선 소스 제어시스템(128), 주사 제어시스템(130), 변위-계제어시스템(132), 사용 성능 제어시스템(133), 사용자 인터페이스 제어시스템(134), 온도 제어시스템(136), 배터리/충전기 제어시스템(138), 및/또는 모터/펄스 제어시스템(139)을 포함한다. 각 제어 하위시스템(128-139)은 적절히, 제어 전자장치(30), 센서들(26), 및 사용자 인터페이스들(28)을 이용하거나 그것들과 상호작용할 수 있다.

[0162] 방사선 소스 제어시스템(128)은 방사선 소스(14)의 다양한 양상들을 모니터링하거나 또는 제어할 수 있다. 예를

들면, 시스템(128)은 방사선 소스(14)를 온/오프할 수 있고, 발생 빔의 세기를 모니터링 및 (방사선 소스(14)에 이르는 전류를 제어함으로써) 제어할 수 있다. 또 하나의 예로서, 방사선 소스(14)가 펄스화되어 있는 실시예들 및 구성들에서, 시스템(128)은 펄스 지속시간, 펄스 온 타임, 펄스 오프 타임, 트리거 지연 시간, 듀티 사이클, 펄스 프로파일, 또는 방사선 소스(14)로부터의 발생 펄스들의 임의의 기타 매개변수들을 모니터링 및/또는 제어할 수 있다. 또 하나의 예로서, 시스템(128)은 방사선 소스(14)의 온도를 모니터링할 수 있으며, 이 온도 데이터는 예를 들면, 펄스 지속시간, 모터(120)의 모터 속력, 냉각 팬(34)의 동작 등을 제어하기 위하여 온도 제어 시스템(136)에 의해 사용될 수 있다. 또한, 시스템(128)은 (예, 과열을 방지하기 위하여) 방사선 소스(14)의 모니터링된 온도에 기초하여 방사선 소스(14)를 턴오프하거나 방사선 소스(14)로의 전력을 감소시킬 수 있다. 방사선 소스 제어시스템(128)은 방사선 소스(14)의 양상들을 제어하기 위하여 임의의 다른 제어 하위시스템들(예, 주사 제어시스템(130), 사용자 인터페이스 제어시스템(134), 온도 제어시스템(136), 배터리/충전기 제어시스템(138), 및/또는 모터/펄스 제어시스템(139))으로부터의 데이터 또는 신호들을 이용할 수 있다.

[0163] 주사 제어시스템(130)은 레이저 주사시스템(48), 예를 들면, 특정 실시예들에서 멀티-섹터 주사요소(62)를 회전시키도록 구성된 모터(120)의 다양한 양상들을 모니터링 및 제어할 수 있다. 예를 들면, 시스템(130)은 모터(120)를 온/오프시키고, 모터(120)의 회전 속력, 회전 방향 및/또는 모터의 기타 매개변수들을 모니터링 및 제어할 수 있다. 주사 제어시스템(130)은 기타 제어 하위시스템들, 예를 들면, 방사선 소스 제어시스템(128), 변위-계 제어시스템(132), 사용 성능 제어시스템(133), 사용자 인터페이스 제어시스템(134), 및/또는 모터/펄스 제어시스템(139)과 데이터 또는 신호들을 교환하거나, 또는 그 외에 상기 제어 하위시스템들과 협동할 수 있다.

[0164] 사용자 인터페이스 제어시스템(134)은 변위 센서(200), 피부 접촉 센서들(204), 눈 안전센서(214), 및/또는 기타 센서들(26)을 모니터링 및 제어하기 위한 사용자 인터페이스 센서 제어시스템(140)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 시스템(134)은 각 센서에 의해 검출된 신호들을 수신하고 제어 신호들을 각 센서에 보낼 수 있다. 사용자 인터페이스 제어시스템(134)은 사용자 인터페이스들(28) 및 디스플레이들(32)을 모니터링 및 제어하기 위한 사용자 입력/디스플레이/피드백 제어시스템(142)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 시스템(134)은 다양한 사용자 인터페이스들(28)로부터 사용자 입력 데이터를 수신하고, 디스플레이들(32)(예, 시각, 청각, 촉각(예, 진동), 감각 등으로)을 통하여 사용자에게 전달된 정보를 제어할 수 있다. 주사 제어시스템(130)은 기타 제어 하위시스템들, 예를 들면, 방사선 소스 제어시스템(128), 주사 제어시스템(130), 변위-계 제어시스템(132), 사용 성능 제어시스템(133), 온도 제어시스템(136), 배터리/충전기 제어시스템(138), 및/또는 모터/펄스 제어시스템(139) 과 데이터 또는 신호들을 교환하거나, 또는 그 외에 상기 제어 하위시스템들과 협동할 수 있다.

[0165] 온도 제어시스템(136)은 장치(10)의 하나이상의 부품들, 예를 들면 방사선 소스 (14), 주사 시스템(48)의 모터(120), 배터리(20), 등의 온도를 모니터링 및 제어하도록 구성될 수 있다. 그래서, 온도 제어시스템(136)은 하나이상의 온도 센서들(208)로부터 데이터를 수신하고 이러한 데이터에 기초하여 하나이상의 팬들(34)을 제어할 수 있다. 팬(들)(34)을 제어하는 것이외에, 온도 제어시스템(136)은 온도 데이터에 기초하여 방사선 소스(14), 모터(120) 등을 제어하기 위한 제어 신호들을 발생시킬 수 있다. 예를 들면, 온도 제어시스템(136)은 검출된 온도 신호들에 기초하여 방사선 소스(14) 및/또는 모터(120)의 동작을 제어하기 위하여, 예를 들면 도 63을 참고하여 아래에 설명된 바와 같이, 예를 들어 레이저 온도의 변화들과 연관된 복사 파장에서의 변화들을 동적으로 보상하기 위하여, 방사선 소스 제어시스템(128) 및/또는 주사시스템 제어시스템(130)과 신호들을 통신할 수 있다. 온도 제어시스템(136)은, 하기의 부품들의 과열을 피하여(또는 검출된 과열에 대응하여) 이러한 부품들을 예정된 성능 매개변수들 내에 유지하기 위하여 또는 임의의 다른 목적으로, 방사선 소스(14) 및/또는 모터(120)를 턴오프 또는 그 외에 제어하기 위하여 방사선 소스 제어 시스템(128) 및/또는 주사시스템 제어시스템(130)과 신호들을 통신할 수 있다. 또 하나의 예로서, 온도 제어시스템(136)은 방사선 소스 제어시스템(128), 주사 제어시스템(130), 사용자 인터페이스 제어시스템(134), 배터리/충전기 제어시스템(138) 및/또는 모터/펄스 제어시스템(139)과 데이터 또는 신호들을 통신하거나 또는 그 외에 상기 제어시스템들과 협동할 수 있다.

[0166] 배터리/충전기 제어시스템(138)은 배터리(20)의 충전을 모니터링 및 제어하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 다중 배터리들(20)이 장치(10)에 수용된다. 일부 실시예들에서, 배터리(20)는 예를 들면 교체를 위해, 장치(10)로부터 제거될 수 있다. 도 3에 보여진 바와 같이, 장치(10)는 배터리(20)를 충전하기 위한, 제어 전자장치(30)를 통한 벽 플러그-인 충전기(720) 및/또는 충전 스탠드(730)로의 연결부에 맞추어 구성된다. 시스템(138)은 배터리(20)의 전류 충전 및/또는 온도를 모니터링하고, 따라서 배터리(20)의 충전을 조절할 수 있다. 배터리/충전기 제어시스템(138)은 기타 제어 하위시스템들, 예를 들면 사용자 인터페이스 제어시스템(134) 및/또는 온도 제어시스템(136)과 데이터 또는 신호들을 통신하거나 또는 그 외에 상기 제어 하위시스템들과 협동할 수 있다.

[0167] 모터/펄스 제어시스템(139)은 방사선 소스(14) 및/또는 주사 시스템(48)의 다양한 양상들을 모니터링 및 제어할 수 있으며, 방사선 소스 제어시스템(128), 주사시스템 제어시스템(130), 변위-계 제어시스템(132), 사용 성능 제어시스템(133), 사용자 인터페이스 제어시스템(134), 및 온도 제어시스템(136)의 양상들을 포함하는, 위에서 설명한 기타 하위시스템들의 다양한 양상들을 통합하거나 결합할 수 있다. 예를 들면, 모터/펄스 제어시스템(139)은 방사선 소스(14)를 턴온/턴오프할 수 있고, 펄스 지속시간, 펄스 온 타임, 펄스 오프 타임, 트리거 지연 시간, 듀티 사이클, 펄스 프로파일, 또는 방사선 소스(14)로부터의 발생된 펄스들의 임의의 기타 매개변수들(예, 방사선 소스(14)로의 전류를 제어함으로써)을 제어할 수 있고, 주사시스템(48)의 모터(120)를 제어할 수 있는 등을 할 수 있다 (예, 회전 빔-주사요소(100)의 속력, 위치 등을 제어하기 위하여). 모터/펄스 제어시스템(139)은 다양한 센서들(26)로부터의 신호들에 기초하여 및/또는 인코터(121)의 회전 및/또는 위치를 모니터링하여 이러한 매개변수들을 제어할 수 있고, 이 인코더는 회전 빔-주사요소(100)의 회전 및/또는 위치를 표시하도록 배열될 수 있다. 모터/펄스 제어시스템(139)은 방사선 소스(14) 및/또는 주사시스템(48)의 양상들을 제어하기 위한 임의의 기타 제어 하위시스템들(128-138)로부터의 데이터 또는 신호들을 이용할 수 있다. 모터/펄스 제어시스템(139)의 예시적인 양상들은 도 55-59를 참고하여 아래에 더 상세히 설명된다.

[0168] 장치(10)는 여기서 적용 단부(42)로서 지칭되고, 피부(40)에 맞서 놓여지도록 구성된 전달 단부를 포함할 수 있다. 적용 단부(42)는 장치(10)에 의해 전달된 타겟 표면 및/또는 치료의 다양한 특성치들을 검출하기 위한 하나 이상의 센서들뿐만 아니라, 출력 빔들(112)을 사용자에게 전달하기 위한 치료 전달 인터페이스를 포함하는, 다양한 사용자 인터페이스들을 포함하거나 또는 수용할 수 있다. 예를 들면, 도시된 실시예에서, 적용 단부(42)는 하나이상의 변위 센서들(200), 피부 접촉 센서들(204) 및/또는 눈 안전 센서들(214)에게 인터페이스를 제공하여, 이들 센서들이 피부(40)와 인터페이스로 접속할 수 있게 한다. 도 4에 보여진바와 같이, 일부 센서들(26)(예, 방사선 반사-계 변위 센서들(200) 및/또는 눈 안전센서들(214))은 적용 단부(42)에 제공된 광학요소(16) 또는 윈도우(44)를 통하여 피부(40)와 인터페이스로 접속할 수 있고, 반면에 기타 센서들(26)(예, 커패시턴스-계 접촉 센서들 (204))은 피부(40)와 바로 인터페이스로 접속할 수 있다.

[0169] 주사시스템의 개괄적 동작

[0170] 도 5a는 장치(10)를 피부에 부동의 상태를 유지한 상태에 주사시스템(48)에 의한 입력 빔(110)의 한번의 완전 스캔에 의해 전달된 -- 이 예에서 치료점들(70)의 열(72) - 치료점들(70)의 예시적 패턴 또는 어레이를 도시한다. 예를 들면, 주사시스템(48)에 의한 입력 빔(110)의 한번의 완전 스캔은 아래에 설명된 멀티-섹터 회전 주사요소, 예를 들면 주사요소(100A, 100B, 또는 100C)의 한번의 완전 회전에 해당할 수 있다. 이 예에서, 주사시스템(48)은 입력 빔(110)의 단일 스캔 동안에 피부에 12개의 치료점들(70)을 생성하기 위하여 12개의 출력 빔들(112)을 전달한다. 그래서, 이 실시예에서, 주사시스템(48)은 12-섹터 회전 주사요소를 이용할 수 있다.

[0171] 위에서 설명한 바와 같이, 일부 실시예들 또는 설정들에서, 장치(10)는 피부에 주사 방사선을 전달하는 동안에 피부를 가로질러 장치가 수동으로 이동되거나, 또는 글라이딩되는 "글라이딩 모드"에서 동작될 수 있다. 주사시스템(48)은 장치(10)가 피부을 가로질러 글라이딩될 때, 타겟 구역(40)으로 치료점들(70)의 열들(72)을 반복적으로 주사할 수 있다.

[0172] 다른 실시예들에서, 장치(10)는, 치료점들(70)의 하나 이상의 주사 열들 또는 어레이들(중첩 또는 비 중첩)이 피부에 장치(10)의 각 장소에 전달된 상태에서, 장치(10)가 피부의 각각 다른 장소들에 비교적 부동의 상태로 유지되는 "스탬핑 모드"로 사용되도록, 구성된다. 그래서, 원하는대로 피부(40)의 구역을 덮기 위하여, 장치(10)는 피부의 제1 장소에 놓여질 수 있고, 그후에 그 지점에서 장치가 비교적 부동으로 유지되는 동안에 치료점들(70)의 하나 이상의 주사 열들 또는 어레이들이 피부에 전달될 수 있고, 그리고나서 장치(10)가 새로운 장소로 -- 장치(10)를 들고 그것을 재위치하거나 또는 피부의 표면을 가로질러 장치(10)를 글라이딩함으로써 -- 이동될 수 있으며, 그 지점에서 그 후에 치료점들의 하나 이상의 주사 열들 또는 어레이들이 이 새로운 장소에 전달될 수 있다. 다른 또 하나의 실시예에서, 빔 주사시스템(48)은, 장치(10)가 피부에 부동의 상태로 유지되었다고 가정할 때, 입력 빔(110)(또는 다중 입력 빔들(110))의 단일 스캔으로 치료점들(70)의 일반적인 2차원 어레이를 제공하도록 구성된다. 예를 들면, 주사시스템(48)은 한 방향으로 빔(들)을 주사하는 제1 회전요소와 직교방향으로 빔(들)을 주사하는 제2 회전요소를 포함할 수 있다. 또 하나의 예로서, 아래에 설명한 바와 같이, 단일 스캔 동안에, 출력빔들의 다중 주사 열들 또는 출력빔들의 2차원 어레이를 제공하도록 구성될 수 있다.

[0173] 다른 실시예들에서, 장치(10)는 사용자에 의해 선택된 대로, "글라이딩 모드"와 "스탬핑 모드" 모두에서 사용될

수 있도록 구성될 수 있다.

[0174] 도 5b는 글라이딩 모드에서 사용된 예시적인 장치(10)에 의해 발생된 치료점들의 예시적인 어레이를 도시한다. 특히, 도면은 열들(72A, 72B, 및 72C)로서 표시된, 글라이딩 방향에서 서로에 대하여 정렬된 치료점들(70)의 3개의 주사 열들(72)을 보여주며, 이것은 치료점들(70)의 2 차원 어레이(71)를 형성한다. 각 열(72)은, 각 열(72)에서 각각의 치료점들(70)의 연속적인 전달 동안에, 장치(10)의 글라이딩 방향으로의 이동으로 인해, 주사 방향에 대하여 일반적으로 대각선으로 연장된다.

[0175] 각 열(72)이 주사 방향에 대하여 대각선으로 정렬되는 정도는, 글라이드 방향으로 정렬된 인접한 치료점들(예, 치료점들70A 및 70B)의 간격에 영향을 줄 수 있으며, 하나 이상의 다양한 인자들, 예를 들면, (a) 수동 글라이드 속력 (장치(10)가 피부를 가로질러 글라이딩되는 속력), (b) 주사 율(rate) (예, 치료점들이 피부에 연속적으로 전달되는 율과 스캔들 사이의 시간, (c) 예를 들면, 예정 최소 간격을 보장하기 위하여 방사선의 전달을 차단함으로써, 글라이딩 방향으로 인접한 열들 사이의 예정 최소 간격을 시행할(enforce) 수 있는 임의의 변위-계 제어 및/또는 (d) 임의의 기타 관련 인자에 따를 수 있다. 일부 실시예들에서, 주사 율 또는 주사율의 특정 양상들(예, 펄스 온 타임, 펄스 오프 타임, 펄스 주파수 등) 및/또는 변위-계 제어시스템에 의해 제어되는 열들 사이의 예정 최소 간격은, 제어 시스템(18)에 의해 자동적으로 사용자에 의해 수동적으로, 상기 자동 및 수동적으로 선택 또는 조정될 수 있다.

[0176] 또한, 주사방향에서 인접한 치료점들(70)(예, 치료점들(70C 및 70D))사이의 거리는 하나 이상의 다양한 인자들, 예를 들면 주사율, 인접한 치료점들의 중심점들 사이의 거리, 각각의 치료점들의 크기 및 형상, 등에 따를 수 있으며, 이 인자들은 빔 주사 광학물품(62)의 구성, 광학 시스템(15)의 기타 광학물품(16) 또는 양상들 또는 기타 인자들에 의해 정의될 수 있다. 일부 실시예들에서, 이들 인자의 하나이상은 제어시스템(18)에 의해 자동으로, 사용자에 의해 수동으로, 또는 상기 자동 및 수동으로 선택 또는 조정될 수 있다. 일부 실시예들 또는 장치 설정들에서, 주사 방향으로 인접한 치료점들은 비-조사 피부의 구역들만큼 서로 이격되어 있고, 그래서 부분 치료를 제공한다. 일부 실시예들 또는 장치 설정들에서, 주사방향으로 인접한 치료점들은, 방사선 조사 구역들의 접촉하고 있는 열들을 제공하기 위하여, 에지-대-에지(edge-to-edge) 서로 인접하거나 또는 서로 중첩될 수 있다. 이러한 접촉하고 있는 열들은 서로 글라이드 방향으로 이격되거나, 에지-대-에지 서로 인접하거나, 또는 서로 중첩하여, 위에 설명된 인자들과 같은 다양한 인자들에 의해 정의된, 완전 피복(즉, 비-부분) 조사 구역을 제공할 수 있으며, 이 인자들은 수동 및/또는 자동적으로 선택 또는 조정될 수 있다.

[0177] 그래서, 치료점들이 글라이드 방향과 주사 방향 모두에서 서로 이격되어 있는, 도 5b에 보여진 치료점들의 부분 패턴은 단지 하나의 예시적 패턴이라는 것이 명백할 것이다. 장치(10) 및 특히 광학 시스템(15)(주사시스템(48)을 포함하는)은, 예를 들면 위에 설명된 바와 같은 그리고 아래에 더 상세히 설명된 도 21-25의 예에 보여진 바와 같은, 다양한 각각 다른 치료점 패턴들을 제공하는데는 적합하도록 구성될 수 있다.

[0178] 빔 주사시스템(48)은 피부(40)에 치료점들의 패턴을 형성하기 위하여 임의의 적합한 빔 주사 광학물품(62) 및 각각의 방사선 빔을 주사하여 빔들의 순차적으로 전달된 어레이로 하기 위한 다른 부품을 포함할 수 있다. 예를 들면, 도 6-20에 대하여 아래에 설명된 바와 같이, 주사시스템(48)은 연속적으로 전달된 출력 빔들(112)의 어레이를 제공하도록 단일 입력 빔(110)을 연속적으로 편향시키는 (예, 편향값으로 반사하거나 또는 전달하는) 다수의 편향 섹터들을 갖는 회전 빔 주사요소를 포함할 수 있으며, 이 출력빔들은 서로 오프셋될 수 있다(예, 각도면에서 오프셋되거나, 평행이동적으로 오프셋되거나 또는 모두가 오프셋될 수 있다). (어떤 양상에서 서로 오프셋되는) 연속적으로 전달된 출력 빔들(112)의 어레이를 제공하도록, 입력 빔(110)을 연속적으로 편향시키는 주사요소를 사용하는 이 프로세스는 빔(110)을 "주사하는(scanning)"것이라 지칭된다.

[0179] 일부 실시예들에서, 회전 멀티-섹터 주사요소는 일반적으로 원판-형상(예, 도 7a-7c에 보여진 바와 같이) 또는 일반적으로 컵 형상(예, 도 8a-8e에 보여진 바와 같이)일 수 있다. 다중 편향 섹터들은 주사요소의 원주 둘레에 배열될 수 있고, 서로 각도면에서 오프셋된 편향 출력 빔들(112)의 연속적인 어레이를 제공하기 위하여 입사 입력 빔(110)을 각각 다른 각들로 연속적으로 편향시키도록 구성될 수 있다. 출력 빔들(112)의 각도면에서 오프셋된 어레이는 피부(40)에 직접 전달되거나 또는 전달 빔들(114)로서 피부(40)에 전달되기 전에 부가 광학물품(16)에 의해 영향을 받을 수 있다. 예를 들면, 광학물품(16)은 전달 빔들(114)로서 타겟 구역(40)에 전달되기 전에, 출력 빔들(112)의 어레이를 평행하게 하기 위하여 또는 각각의 출력 빔들(112)의 발산 또는 수렴에 영향을 주기 위하여 제공될 수 있다.

[0180] 또 하나의 예로서, 도 12-20에 대하여 아래에 설명된 바와 같이, 평행이동적으로 및/또는 각도면에서 서로 오프셋된 연속적인 출력 빔들(112)의 어레이를 제공하기 위하여 입사 입력 빔(110)을 연속적으로 반사하는 다수의

반사 섹터들을 갖는 일반적으로 계단 형상의 회전 주사요소를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 주사요소의 반사 섹터들은, 서로 평행이동적으로 오프셋되고 서로 평행하거나 또는 서로 각도에서 서로 오프셋된 반사 출력 빔들(112)의 연속적인 어레이를 제공하기 위하여 서로 오프셋된 평면 반사표면들을 포함한다. 반사 출력 빔들(112)의 평행이동적으로(및/또는 각도면에서) 오프셋된 어레이는 전달 빔들(114)로서 피부(40)에 전달되기 전에, 피부에 직접 전달되거나 또는 부가 광학물품(16)에 의해 영향을 받을 수 있다. 예를 들면, 광학물품(16)은 전달 빔들(114)로서 타겟 구역(40)에 전달되기 전에, 출력 빔들(112)의 어레이를 평행하게 하기 위하여 또는 각각의 출력 빔들(112)의 발산 또는 수렴에 영향을 주기 위하여 제공될 수 있다.

[0181] 주사 시스템은 회전 멀티-섹터 주사요소를 포함할 수 있다.

[0182] 도 6-20은 주사시스템(48)의 특정 실시예들에 사용되기 위한 회전 멀티-섹터 빔 주사요소(100)의 다양한 양상들 및 실시예들을 도시한다. 보다 구체적으로는, 도6a-6c는 입력 빔(110)을 주사하기 위한 회전 멀티-섹터 주사요소(100)의 개괄적인 구조 및 동작을 도시하고, 도 7-20은 주사시스템(48)에 사용하기 위한 회전 멀티-섹터 주사요소들(100)의 3개의 예시적 형태들: 예시적 원판-형상 멀티-섹터 투과의 주사 요소(100A); 예시적 컵 형상의 멀티-섹터 투과의 주사 요소(100B); 및 예시적 계단 형상의 반사 주사 요소(100C)에 관한 것이다.

[0183] 도 6a는 일부 실시예들에 따른, 회전요소(100)의 기본 구조를 도시한다. 요소(100)는 축A를 기준으로 회전하도록 구성된 본체(102)를 갖는다. 본체(102)는 본체(12)의 원주 또는 주위에 일반적으로 배열되며 입력 빔(110)을 편향시키고 및/또는 그 외에 광학적으로 영향을 주어 서로 오프셋된 출력 빔들(112)의 어레이를 형성하도록 구성된 복수의 섹터들(104)을 포함한다. 특정 실시예에 따라서, 각 섹터(104)는 예시적 화살표(112A)로 표시한 바와 같이, 입력 빔(110)을 투과시키지만 편향시키고 및/또는 그 외에 광학적으로 영향을 줄 수 있고 (예, 요소(100)가 아래에 설명된 바와 같은 원판-형상 투과 요소(100A) 또는 컵 형상 투과요소(100B)일 경우), 또는 예시적 화살표(112B)로 표시한 바와 같이, 입력 빔(110)을 반사하고 및/또는 그 외에 광학적으로 영향을 줄 수 있다 (예, 요소(100)가 아래에 설명된 바와 같은 계단 형상 투과요소(100C)일 경우). 일부 실시예들에서, 각 개별적인 섹터(104)가 입력 빔(110)을 헤치고 회전할 때, 해당 출력 빔(112)의 각 편향(angular deflection)이 일정하거나 또는 실질적으로 일정하게 유지될 수 있고 따라서 각 출력 빔(112)은 그 출력 빔(112)의 지속시간동안에 장치(10)에 대하여 부동이거나 또는 실질적으로 부동이다. 이러한 섹터들은 여기서 "일정한 각 편향"섹터들 이라고 지칭된다. 대안적으로, 각 출력 빔(112)의 편향은 해당 섹터(104)의 입력 빔(110)을 통한 회전동안에 변할 수 있고 따라서 각 출력 빔(112)은 패턴, 예를 들면 선 또는 호를 그린다.

[0184] 도 6a에 보여진 바와 같이, 축A 둘레에 원주방향으로 배열된 섹터들(104_1-104_n)은 입력 빔(110)을 편향시켜(반사하거나 또는 투과적으로 편향시켜) 오프셋 출력 빔들(112)의 어레이를 생성하도록 구성된다. 그래서, 회전요소(100)가 한번의 완전 회전(즉, 입력 빔(110)의 한번의 완전 주사) 동안 입력 빔(110)을 헤치고 회전할 때, 섹터들 (104_1-104_n)은 n 출력 빔들(112)의 연속 주사 어레이를 생성하여(여기서 각각은 하나, 일부, 또는 모든 다른 출력 빔들(112)와 다름), 피부(40)에 치료점들(70)의 주사열 또는 어레이를 제공한다.

[0185] 여기서 사용된 바와 같이, 달리 규정되어 있지 않으면, "어레이"는 임의 방식으로, 예를 들면 선형 열, 비-선형 열, 규칙적 2차원 패턴, 불규칙적 2차원 패턴, 또는 임의의 기타 패턴으로, 배열된 요소들(예, 출력 빔들(112) 또는 치료점들(70))의 임의의 패턴을 의미한다.

[0186] 또한, 여기서 사용된 바와 같이, 달리 규정되어 있지 않다면, "오프셋"은 각도면에서 오프셋(예, 발산 선 또는 수렴 선), 평행이동적으로 오프셋(예, 오프셋 평행선들) 또는 각도 와 평행이동적으로 오프셋을 의미한다. 그래서, 출력 빔들(112)은 서로 "오프셋"되어 있는 출력 빔들(112)은 각도면에서 오프셋될 수 있고(예, 요소들(110A 및 100B) 의 특정 실시예들의 투과 섹터들(104A 및 104B) 각각에 의해 발생된 출력 빔들(112)), 평행이동적으로 오프셋될 수 있고(예, 계단 형상 요소(110C)의 특정 실시예들의 반사 섹터들(104C)에 의해 발생된 출력 빔들(112)) 또는 각도적 및 평행이동적으로 오프셋될 수 있다(예, 계단 형상 요소(110C)의 특정 기타 실시예들의 반사 섹터들(104C)에 의해 발생된 출력 빔들(112)).

[0187] 도 6b는 도시의 목적으로, 장치(10)가 타겟 구역에 대하여 부동이라는 가정하에서, 요소(100)의 일 회전(즉, 입력 빔(110)의 일 주사)에 의해 전달된 치료점들의 예시적 패턴을 도시한다. 치료점들은, 섹터(104_1)에 의해 생성된 치료점 1을 시작으로, 섹터(104_2)에 의해 생성된 치료점 2가 이어지고 기타 등등 각 치료점이 생성되는 순차 순서를 나타내는, 1 내지 12로 번호가 붙여진다. 이 예에서, 각 섹터(104)는 각 섹터(104)가 피부에 부동의 또는 실질적으로 부동의 점(70)을 생성하도록, 그 섹터가 입력 빔(110)을 헤치고 회전할 때, 일정한 편향을 제공하게 구성되었다.

[0188] 섹터들(104_1 내지 104_n)은 치료점들(70)의 어레이가 임의의 원하는 순차 순서로, 예를 들면, 어레이의 특정 방향면에서, 전달될 수 있도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 도 6b에 보여진 예에서, 섹터들(104_1 내지 104_{12})은 주사 방향을 따라 순차 순서로 치료점들 1-12를 생성하도록 구성된다. 그러나, 치료점들은 요소(100)의 특정 설계 및 구성에 기초하여 예를 들면, 도 22-25를 참고하여 아래에 설명된 바와 같이, 임의의 다른 순차 순서로 전달될 수 있다.

[0189] 도 6c는 장치(10)가 주사방향에 실질적으로 수직인 방향으로 타겟 구역위에(에 걸쳐서) 글라이딩된다고 가정하고(예, 위에 설명한 바와 같이 글라이딩 모드로 작동하는 장치(10)), 요소(100)의 일 회전에 의해 전달된 치료점들의 예시적인 패턴을 도시한다. 도 6b에 보여진 예와 마찬가지로, 도 6c에 보여진 예에서, 섹터들(104_1 내지 104_n)은 주사 방향에 따라 순차 순서로 치료점들의 패턴을 전달하도록 구성된다. 요소(100)의 이 구성은, 장치(10)의 글라이드 방향으로의 이동때문에, 주사 방향에 대한 대각선으로 정렬된 치료점들의 일반적인 선형 열을 생성한다. 다시, 치료점들이 요소(100)의 특정 설계 및 구성에 기초하여, 임의의 다른 순차순서로 전달될 수 있으며, 그것은 아래에 더 상세하게 설명한 바와 같이, 장치가 피부(40)를 가로질러 글라이딩될 때, 다양한 각각 다른 2차원 치료점 패턴을 제공할 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

[0190] 원판-형상 회전 주사 요소

[0191] 도 7a-7c는 빔 주사시스템(48)의 특정 실시예들에 사용하기 위한 회전 원판-형상의 멀티-섹터 빔 주사요소(100A)의 예시적 실시예를 도시한다. 특히, 도 7a는 원판-형상 요소(100A)의 등각 정면(즉, 상류)도이고; 도7b는 원판-형상 요소(100A)의 등각 배면(즉, 하류)도이고; 및 도7c는 원판-형상 요소(100A)의 측면도이다.

[0192] 보여진 바와 같이, 원판-형상 요소(100A)는 (예를 들면, 모터(120)에 의해 구동되는) 축 A를 기준으로 회전하도록 구성된 본체(102A)를 가진다. 이 예에서, 본체(102A)는 축 A 둘레에 원주방향으로 배열된 12개의 섹터들($104A_1$ 내지 $104A_{12}$)을 포함한다. 각 섹터 ($104A_1$ 내지 $104A_{12}$)는 (a) 입력 빔(110)을 각각 다른 각 방향으로 편향시키고, (b) 상기 입력 빔(110)을 적어도 한 축(예, 고속 축, 저속 축 또는 모두 다)에 집속하도록(focus)(상기 입력 빔(110)의 발산/수렴에 영향을 주도록) 배열된 투과 소형 렌즈를 포함한다. 요소(100A)가 입력 빔(110)을 거쳐 일 완전 회전(즉, 일 완전 주사)할 때, 소형 렌즈들($104A_1$ 내지 $104A_{12}$)은 서로 각도면에서 오프셋된 12개의 출력 빔들의 연속 주사 어레이를 생성하여, 피부(40)에 12개의 치료점들의 주사 어레이를 제공한다.

[0193] 일부 실시예들에서, 각 투과 소형 렌즈($104A_1$ 내지 $104A_{12}$)는, (a) 출력 빔들(112)이 한 축(예, 저속 축 또는 고속 축)을 따라 서로 오프셋되도록, 입력 빔(110)을 각각 다른 각 방향으로 편향시키고, (b) 그 동일 축(예, 저속 축 또는 고속 축)을 따라 입력 빔(110)을 집속하고 반면에 직교축(예, 저속 축과 고속 축 중의 다른 하나)에 실질적으로 영향을 주지 않도록 구성된다. 예를 들면, 일 실시예에서, 각 투과 소형 렌즈는 (a) 출력 빔들(112)이 서로 저속 축 방향으로 오프셋되도록, 입력 빔(110)을 각각 다른 각 방향으로 편향시키고, (b) 상기 빔의 저속 축 프로파일을 집속하고 반면에 상기 빔의 고속 축 프로파일에 실질적으로 영향을 주지 않도록 구성된다. 그래서, 이러한 예시적 실시예에서, 주사요소(100A)는 예를 들어, 도 3c 및 도 3d를 참고하여 위에서 설명한 바와 같이, 빔 주사요소(62) 및 저속 축 요소(66) 모두로서 역할을 한다.

[0194] 위에서 설명한 바와 같이, 소형 렌즈들(104A)은 치료점들의 어레이가 임의의 원하는 순차순서로, 예를 들면 하나 이상의 특정 방향들으로 발생될 수 있도록 구성될 수 있다. 이 예시적 실시예에서, 소형 렌즈들($104A_1$ 내지 $104A_{12}$)은 12개의 해당 치료점들이 선형 주사 방향을 따라 의사 랜덤 순서(pseudo-random order)로, 예를 들면 도 22c를 참고하여 아래에 설명한 바와 같이, 전달되도록 구성된다.

[0195] 예시적으로 도시된 실시예에서, 각 소형 렌즈(104A)는 요소(100A)의 회전축 A 둘레로 단면 형상을 회전시킴으로써 정의된 원환 형상을 갖는다. 회전된 단면 형상은 단면 형상의 회전시 소형 렌즈의 대향 표면들을 형성하는 한 쌍의 대향 에지들에 의해 정의될 수 있다. 상기 쌍의 대향 에지들은 임의의 적절한 형상들을 가질 수 있다. 예를 들면, 상기 쌍의 대향 호들은 한 쌍의 대향 호들(각 호는 원형 또는 비원형이고, 상기 대향 호들은 서로에 대하여 대칭이거나 또는 비 대칭이다), 호 및 대향하는 비-호(non-arc)(예, 선형 세그먼트 또는 다른 형상), 또는 단면 형상의 회전시 소형 렌즈의 원하는 표면들을 형성하는데 적합한 임의의 형상들일 수 있다. 각 소형 렌즈의 단면형상의 기하학적 "중심선"은 상기 쌍의 대향 에지들 사이에 정의될 수 있다. 또한, 각 원환 소형 렌즈는 단면 형상의 에지 대 에지의 방향으로, 소형 렌즈의 가장 두꺼운 부분으로 여기서 정의된 "소형 렌즈

첨단부"를 정의할 수 있다.

[0196] 일부 실시예들에서, 각 소형 렌즈는 회전축 A 둘레로 단면 형상을 회전시킴으로써 정의된 원환 형상을 가지며, 여기서 상기 단면 형상은 한 쌍의 대향 호들에 의해 정의된다. 다른 실시예들에서, 각 소형 렌즈는 요소(100A)의 회전축 A 둘레로 단면 형상을 회전시킴으로써 정의된 원환 형상을 가지며, 여기서 상기 단면 형상은 선형 세그먼트에 의해 대향되는 호에 의해 정의된다.

[0197] 그래서, 입력 빔(110)은 임의의 특정 소형 렌즈(104A)에 입사되는 동안에, 그것은 도 9a-9b에 보여진 시프트 렌즈(shifted lens)와 유사한 방식으로 영향을 받는다. 요소(100A)의 소형 렌즈들($104A_1$ 내지 $104A_{12}$)의 각각 다른 형상들은 입력 빔(110)에서 소형 렌즈 첨단부까지의 레이디얼(radial) 거리를 변경시킴으로써 사실상 생성되고, 그래서 빔 중심과 소형 렌즈 첨단부 사이의 각각 다른 상대 위치를 갖는 입사 레이저 빔(110)을 나타낸다. 상대 위치(선정)에서의 이 차이는 각 출력 빔(112)이 각 섹터에 대한 각각 다른 각도량에 의해 편향되게 한다. 이 예에서, 장치(10)에 대한 각각의 출력 빔(112)의 각 편향은, 출력점들(선, 호 또는 다른 형상보다는)이 각 섹터로부터 생성되도록, 각각의 개별적인 소형 렌즈(104)가 입력 빔(110)을 거쳐서 회전할 때, 일정하다. 그래서, 각 출력 빔(112)은 " 일정한 각 편향" 출력 빔(112)으로 지칭될 수 있다. 위에서 설명한 바와 같이, 입력 빔(110)을 편향시키는 것이외에도, 각 소형 렌즈는 또한 입력 빔(112)을, 예를 들면 저속 축 방향으로 집속시켜서, 피부(40)에 원하는 초점면 및/또는 원하는 빔 프로파일을 제공한다.

[0198] 또한, 이 예시적인 실시예에서, 요소(100A)의 정면도 또는 배면도를 따라서, 각 소형 렌즈(104A)는 동일한 원주 또는 중심 각(이 예에서 30도)을 펼치고 가는(sweeping) 실질적으로 원형 섹터이다. 그래서, 도7A를 참고하여, 각 소형 렌즈에 대하여, Θ= 30 도이다. 원판-형상 요소(100A)의 다른 실시예들에서, 각각 다른 소형 렌즈들은 각각 다른 중심각들을 펼치고 가는 원형 섹터들일 수 있다. 원판-형상 요소(100A)의 다른 실시예들에서, 소형 렌즈들은 요소(100A)의 정면도 또는 배면도에서 임의의 적합한 형상들(즉, 원형 섹터들 이외에)을 가질 수 있으며, 상기 각각 다른 소형 렌즈들은 동일하거나 또는 각각 다른 원주각 또는 중심각을 펼치고 갈 수 있다.

[0199] 또한, 도 7a-7c에 보여진 예시적 원판-형상 요소(100A)가 12개의 소형 렌즈들을 포함하지만, 다른 실시예들에서 원판-형상 요소(100A)는 임의의 다른 수의 소형 렌즈들, 12개 보다 크거나 보다 작은 수의 소형 렌즈들을 포함할 수 있다.

[0200] 컵 형상의 회전 주사 요소

[0201] 도 8a-8e는 주사시스템(48)의 특정 실시예들에서 사용하기 위한 회전 컵-형상의 멀티-섹터 빔 주사요소(100B)의 다양한 양상들 및 실시예들을 도시한다. 특히, 도 8a는 컵 형상 요소(100B)의 등각 정면(즉, 상류)도이고; 도 8b는 컵 형상 요소(100B)의 등각 배면(즉, 하류)도이고; 도 8c는 컵 형상 요소(100B)의 측면도이고; 도 8d는 컵 형상 요소(100B)의 정면도이고; 그리고 도 8e는 컵 형상 요소(100B)의 배면도이다.

[0202] 컵 형상 회전요소(100B)는 원판-형상 회전요소(100A)와 유사하고, 각 소형 렌즈는 컵 형상 렌즈 요소를 형성하도록 회전축을 향하여 상류방향으로 "경사져(tilted)"있다. 컵 형상 요소(100B)는 위에 설명된 원판-형상 요소(100A)와 동일한 기본 원리에 따라 작동하며, 각 소형 렌즈는 (a) 각각 다른 각 방향으로 입력 빔(110)을 편향시키고, (b) 피부(40)에 치료점들의 원하는 패턴을 얻기 위하여 순차적 일련의 출력 빔들(112) 전파를 생성하도록 적어도 한 축(예, 고속 축, 저속 축 또는 모두)을 따라 입력 빔(110)을 집속한다. 여기서 설명된 다른 실시예들과 마찬가지로, 컵 형상 요소(100B)는 각 소형 렌즈(104)에 의해 생성된 각 편향이 그 소형 렌즈(104)가 입력 빔(110)을 헤치고 회전할 때(예를 들면, 피부에 점을 생성하기 위하여) 일정하게 유지되거나 또는 (b) 소형 렌즈(104)가 입력 빔(110)을 거쳐 회전할 때(예를 들면, 피부에 라인 세그먼트를 생성하기 위하여) 변하도록 구성될 수 있다.

[0203] 도 8a-8e에 보여진 바와 같이, 컵 형상 요소(100B)는 축 A를 기준으로 회전하도록(예, 모터(120)에 의해 구동됨) 구성된 본체(102B)를 갖는다. 이 예에서, 본체(102B)는 축 A 둘레 원주방향으로 배열된 12개의 섹터들($104B_1$ 내지 $104B_{12}$)을 포함한다. 각 섹터($104B_1$ 내지 $104B_{12}$)는 입력 빔(110)을 각각 다른 각 방향으로 편향시키고, 그리고 (b) 입력 빔(110)을 적어도 하나의 축(예, 고속 축, 저속 축 또는 모두)으로 집속하도록(입력 빔(110)의 발산/수렴에 영향을 주도록) 구성된 투과 소형 렌즈를 포함한다. 요소(100B)가 입력 빔(110)을 거쳐서 일 완전 회전(즉, 일 완전 주사)을 할 때, 소형 렌즈들($104B_1$ 내지 $104B_{12}$)은 서로 각도면에서 오프셋된 12개의 출력 빔들(112)의 연속 주사 어레이를 생성하여, 피부(40)에 12개의 치료점들의 주사 어레이를 제공한다.

[0204] 일부 실시예들에서, 각 투과 소형 렌즈($104B_1$ 내지 $104B_{12}$)는 (a) 출력 빔들(112)이 일 축(예, 저속 축 또는 고

속 축)을 따라 서로 오프셋되도록 각각 다른 각 방향으로 편향시키고 (b) 그 동일한 축(예, 저속 축 또는 고속 축)을 따라 입력 빔(11)을 집속시키고, 직교축(예, 저속 축과 고속 축 중 다른 하나)을 따라 빔에 실질적으로 영향을 주지 않도록, 구성된다. 예를 들면, 예시적 실시예에서, 각 투과 소형 렌즈는 (a) 출력 빔들(112)이 저속 축 방향으로 서로 오프셋되도록 입력 빔(110)을 각각 다른 각 방향으로 편향시키고 (b) 빔의 저속 축 프로파일을 집속시키고 반면에 빔의 고속 축 프로파일에 실질적으로 영향을 주지 않도록, 구성된다. 그래서, 이러한 예시적 실시예에서, 주사요소(100B)는 예를 들면 도 3c 및 도 3d를 참고하여 위에 설명된 바와 같이, 빔 주사 요소(62)와 저속 축 요소(66)로서 역할을 한다.

[0205] 위에 설명된 바와 같이, 소형 렌즈들(104b)은 치료점들의 어레이가 임의의 원하는 순차 순서로, 예를 들면 하나 이상의 특정 방향들로, 생성되도록 구성될 수 있다. 이 예시적 실시예에서, 소형 렌즈들($104B_1$ 내지 $104B_{12}$)은 상기 12개의 해당하는 치료점들이 선형 주사 방향을 따라 의사 랜덤 순서로, 예를 들면 도 22c를 참고하여 아래에 설명된 바와 같이, 전달되도록 구성된다.

[0206] 예시적 원판 형상 요소(100A)의 소형 렌즈들(104A)와 마찬가지로, 예시적 컵 형상 요소(100B)의 각 소형 렌즈(104B)는 요소(100B)의 회전축 A 둘레에 단면 형상을 회전시킴으로써 정의된 원환 형상을 가질 수 있다. 회전된 단면 형상은 단면 형상의 회전시에 소형 렌즈의 대향 표면들을 형성하는 한 쌍의 대향 에지들에 의해 정의될 수 있다. 상기 쌍의 대향 에지들은 임의의 적절한 형상들을 가질 수 있다. 예를 들면, 상기 쌍의 대향 호들은 한 쌍의 대향 호들(각 호는 원형 또는 비원형이고 상기 대향 호들은 서로에 대하여 대칭이거나 또는 비대칭임), 호 및 대향 비-호(예, 선형 세그먼트 또는 기타 형상), 또는 단면형상의 회전시 소형 렌즈의 원하는 표면들을 형성하기 위한 임의의 기타 적절한 형상들일 수 있다. 각 소형 렌즈의 단면 형상의 기하학적 "중심선"은 상기 쌍의 대향 에지들 사이에 정의될 수 있다. 또한, 각 원환 소형 렌즈는 단면 형상의 에지 대 에지로의 방향으로, 소형 렌즈의 가장 두꺼운 부분으로서 여기에 정의된 "소형 렌즈 첨단부"를 정의할 수 있다.

[0207] 일부 실시예들에서, 각 소형 렌즈는 회전축 A 둘레에 단면 형상을 회전시켜 정의된 원환 형상을 가지며, 여기서 단면 형상은 한 쌍의 대향 호들에 의해 정의된다. 다른 실시예들에서, 각 소형 렌즈는 요소(100B)의 회전축 A 둘레에 단면 형상을 회전시켜 정의된 원환 형상을 가지며, 여기서 단면 형상은 선형 세그먼트에 의해 대향된 호에 의해 정의된다.

[0208] 일부 실시예들에서, 예를 들면, 도 8a-8e에 보여진 예시적인 실시예에서, 컵 형상 요소(100B)의 각 소형 렌즈(104B)는 경사진 중심선 A'의 둘레에 중심이 있는 한 쌍의 원호들에 의해 정의된 각각의 단면을 갖는다. (각 소형 렌즈의 상기 쌍의 호 및 중심선은 또한 도 9b와 관련하여 아래에 설명된다) 각 중심선은 그것이 정의각 α (즉, 요소(100B)의 각 소형 렌즈(104B)가, 원판-형상 요소(100A)의 소형 렌즈들(104A)에 비하여, 회전축A 쪽으로 "경사져" 있는 각도) 만큼 요소(100B)의 회전축 A으로부터 각도면에서 오프셋되어 있다는 점에서 "경사져" 있다. 컵 형상 요소(100B)의 각 소형 렌즈(104B)의 원환 형상은 요소(100B)의 회전축 A의 둘레에 각각의 횡단면(즉, 경사진 중심선의 둘레에 중심이 있는 쌍의 대향 호들)을 회전시킴으로써 정의된다.

[0209] 도 8a는 (a) 소형 렌즈($104B_5$)에 대응하고, 각도 α_5만큼 회전축 A로부터 각도면에서 오프셋되어 있는 경사진 중심선 A'_5 및 (b) 소형 렌즈($104B_6$)에 대응하고, 각도 α_5만큼 회전축 A로부터 각도면에서 오프셋되어 있는 경사진 중심선 A'_6을 도시한다. 그래서, 소형 렌즈($104B_5$)는 경사진 중심선 A'_5의 둘레에 중심이 있는 한 쌍의 원호들에 의해 정의된 횡단면을 회전축 A의 둘레로 회전시킴으로써 정의된 원환 형상을 가지며, 반면에 소형 렌즈($104B_6$)는 경사진 중심선 A'_6의 둘레에 중심이 있는 한 쌍의 원호들에 의해 정의된 횡단면을 회전축 A의 둘레로 회전시킴으로써 정의된 원환 형상을 가진다. 요소(100B)의 소형 렌즈들($104B_1$ 내지 $104B_{12}$)의 상기 각각 다른 형상들은, 도 9b와 관련하여 아래에 더 상세히 설명한 바와 같이, 소형 렌즈 첨단부(즉, 소형 렌즈 횡단면의 가장 두꺼운 부분)의 "레이디얼"거리 -- 특히, 각 개개의 경사진 중심선에 따라 -- 변화시킴으로써 생성되고, 그래서 각각 다른 소형 렌즈들에 대하여, 빔 중심과 소형 렌즈 첨단부 사이의 각각 다른 상대 위치를 갖는 입사 빔(110)을 나타낸다. 상대 위치(선정)에 있어서의 이 차이는 각 출력 빔(112)가 도 9b와 관련하여 아래에 설명한 바와 같이, 각각 다른 각도량 만큼 편향되게 한다.

[0210] 일부 실시예들에서, 컵 형상 주사 요소(100B)는 그 소형 렌즈(104B)가 입력 빔(110)을 가로질러 쓸고 지나갈 때, 각 소형 렌즈(104B)의 원환 형상이 "일정한 각 편향" 출력 빔(112)을 제공하도록 구성된다.

[0211] 이 실시예에서, 각 경사진 중심선(A'_1 내지 A'_{12})은 동일한 각도 α만큼 회전축 A로부터 각도면에서 오프셋되어 있다(그래서, 위에서 설명된 A'_5과 A'_6에 대하여, $\alpha_5=\alpha_6$). 달리 말하면, 각 소형 렌즈(104B)는 동일한 각도만

큼 경사져 있다. 일부 실시예들에서, α는 80 도 보다 작다. 특정 실시예들에서, α는 약 30도 내지 약 60 도에 있다. 특정 실시예들에서, α는 약 47도이다. 기타 실시예들에서, 각각 다른 경사진 중심선(A'_1 내지 A'_{12})은 각각 다른 각도들(예, $\alpha_5 \neq \alpha_6$만큼 회전축 A으로부터 각도면에서 오프셋될 수 있다. 달리 말하면, 각 소형 렌즈(104B)는 각각 다른 각도만큼 경사져 있다.

[0212] 도 8d 및 도 8e는 컵 형상 요소(100B)의 각각 정면도 및 배면도를 도시한다. 이들 원근도면(perspectives)에서, 각 소형 렌즈(104B)는 동일한 원주 또는 중심각(30도)을 쓸고 지나가는 필수적으로 원형 섹터이다. 그래서, 도 8d를 참고하면, 각 소형 렌즈에 대하여, Θ= 30 도이다. 컵 형상 요소(100B)의 다른 실시예들에서, 각각 다른 소형 렌즈들(104B)은 각각 다른 중심각들을 쓸고 지나가는 비구면 섹터들일 수 있다. 컵 형상 요소(100B)의 다른 실시예들에서, 소형 렌즈들은 요소(100B)의 정면도 또는 배면도에서 임의의 적합한 형상들(즉, 비구면 섹터들 이외에)을 가질 수 있고, 각각 다른 소형 렌즈들은 동일하거나 또는 각각 다른 주변의 또는 중심의 각도로 쓸고 지나갈 수 있다.

[0213] 또한, 도 8a-8e에 보여진 예시적인 컵 형상 요소(100B)는 12개의 소형 렌즈들을 포함하지만, 다른 실시예들에서는 컵 형상 요소(100B)는 임의의 다른 수의 소형 렌즈들, 12개 보다 많거나 보다 적은 소형 렌즈들을 포함할 수 있다.

[0214] 멀티-소형 렌즈들(100A 및 100B) 뒤에서 지지하는 기본적인 설명하는 이론 및 그것들이 방사선 빔을 편향시키는 방법이 도 9a-9b에 보여진다. 도 9a에 보여진 방향을 참고하면, 방사선 빔(B)은 좌측에서 들어와 좌측에 있는 렌즈의 중심을 통과하여 편차없이 통과한다. 렌즈가 우측에 보여진 바와 같이 위쪽으로 시프트될 때(수직화살표로 표시된 바와 같이, 빔에 대하여 축을 벗어남), 빔은 시프트에 일반적으로 비례하는 각도만큼 벗어나게 된다.

[0215] 소형 렌즈들(104)은 빔에 영향을 주는 임의의 적합한 형상 또는 구성을 가질 수 있다. 예를 들면, 아래에 더 상세하게 설명한 바와 같이, 소형 렌즈들(104)은 원환 형상, 원 형상, 비구면 형상 또는 임의의 기타 적합한 형상 또는 구성을 가질 수 있다.

[0216] 도 9b는 예시적 실시예에 따른 빔 주사 요소(100)(예, 요소(100A 또는 100B)의 묘사를 도시한다. 요소(100)는 회전축 A의 둘레에 배열된 복수의 소형 렌즈들(104)을 포함한다. 이 예에서, 각 소형 렌즈(104)는 회전축 A의 둘레에 한 쌍의 호들 AP를 회전함으로써 정의된 원환 형상을 가지며, 여기서 각 섹터(104)의 상기 호 쌍 AP의 회전은 각 섹터(104)를 거쳐 쓸고 지나가는 파선에 의해 표시된다(각 파선이 회전축 A에 중심이 있는 호이도록). 여기서 각 호 쌍 AP은, 도시의 목적으로, 그의 실제 방향에 직교하는 것으로 보여진다. 호 쌍들 AP은 원호들 또는 비-원호들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서(예, 원판-형상 주사 요소(100A)), 각 소형 렌즈(104)의 중심선 C은 동일 평면, 특히 요소(1000의 회전 평면(즉, 회전축 A로부터 90도)에 놓여진다. 다른 실시예들(예, 컵 형상 주사 요소(100B))에서, 각 소형 렌즈(104)는 각 소형 렌즈(104)의 중심선C이 요소(100)의 회전 평면과 회전축 A 사이의 각도로 연장되도록 회전 평면에 대하여 경사져 있다. 경사의 이 각도는, 컵 형상 주사 요소(100B)에 대하여 위에서 설명한 바와 같이, 각 소형 렌즈(104)에 대하여 동일할 수 있고, 또는 각각 다른 소형 렌즈들(104)에 대하여 각각 다를 수 있다.

[0217] 보여진 바와 같이, 각 소형 렌즈(104)의 렌즈 첨단부(즉, 가장 두꺼운 지점)는 각 섹터(104)에서 파선을 거쳐 쓸고 지나간다. 각 소형 렌즈(104)에 대하여, 회전축 A으로부터 렌즈의 거리 D는 일부 또는 모든 다른 소형 렌즈들(104)과 각각 다르다. 각각 다른 소형 렌즈들(104) 중에서 거리 D의 이 차는 상기 각각의 소형 렌즈들(104)에 의해 생성된 출력 빔(112)의 각각 다른 각 편향들을 제공한다.

[0218] 위에 설명된 원환 소형 렌즈들(104)은, 그 소형 렌즈(104)가 입력 빔(110)을 가로질러 쓸고 지나갈 때, 각 소형 렌즈(104)에 의해 생성된 출력 빔(112)의 일정한 각 편향을 제공한다.

[0219] 일부 실시예들에서, 각 소형 렌즈(104)는 동일한 광출력 또는 실질적으로 동일한 광출력을 가진다. 다른 실시예들에서, 소형 렌즈들(104)은 (a) 피부 표면에 대한 출력 빔들(112)의 어레이용 균일한 초점면을 제공하고(예, 광출력들 또는 각각의 소형 렌즈들(104)이 각 출력 빔(112)의 각각 다른 각 편향을 보상하도록 선택될 수 있다) 및/또는 (b) 다양한 출력 빔들(112) 중에서 왜곡(distortion) 보정을 제공할 수 있다. 다른 실시예들에서, 각 소형 렌즈(104)는 실질적으로 각각 다른 광출력들을 가질 수 있다.

[0220] 여기에 구체적으로 보여지고 설명된 소형 렌즈들(104)의 특정 형상들은 단지 예들에 불과하며, 그 소형 렌즈들(104)은 입력 빔(110)을 각각 다른 각 방향으로 편향시키기에 적합한(원환 형상일 수도 있고 아닐 수도 있는) 임의의 다른 형상들 또는 구성들을 가질 수 있다는 것을 이해하여야한다.

[0221] 회전 멀티-소형 렌즈 주사 요소를 이용하는 예시적 광학물품 시스템들

[0222] 도 10 및 도 11은 특정 실시예들에 따른 회전 멀티-소형 렌즈 주사 요소(100)를 이용하는 예시적인 광학 시스템들(15)을 도시한다.

[0223] 도 10a 및 도 10b는 특정 실시예들에 따른, 도 7a-7c와 관련하여 위에 설명된 바와 같이, 회전 원판-형상 주사 요소(100A)를 포함하는 광학 시스템(15A)의 평면도 및 측면도를 각각 도시한다. 광학 시스템(15A)은 피부(40)에 치료점들(70)의 패턴을 형성하도록 방사선 소스(14)에서 생성된 방사선을 주사 및 전달하도록 구성된다.

[0224] 이 예시적인 실시예에서, 방사선 소스(14)는 고속 축 및 직교 저속 축을 포함하는 축-비 대칭 빔(axially-asymmetric beam)(108)을 발생시키는 레이저 다이오드이다. 광학물품(16)은 고속 축 광학물품(64) 및 모터(120)에 의해 회전되는 원판-형상 주사 요소(100A)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 광학물품(16)은 또한 하류 고속 축 광학물품(64')을 포함하며, 반면에 기타 실시예들에서는 이 광학물품이 생략된다.

[0225] 도시된 바와 같이, 레이저(14)는 빔(108)을 발생시키며, 이 빔은 고속 축(도 10b에 보여진 바와 같이)에서 상당히 신속하게 발산하고, (도 10a에 보여진 바와 같이), 저속 축에서 상당히 느리게 발산한다. 고속 축 광학물품(64), 예를 들면 로드 렌즈, 비구면 렌즈, 또는 임의의 기타 적합한 광학요소는, 도 10b에 보여진 바와 같이, 빔을 고속 축에서 신속하게 발산하는 것에서 타겟 구역(40)을 향해 덜 발산하게(예, 느리게 발산하거나, 평행하거나 또는 수렴하게) 전환시키도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 고속 축 렌즈(64)는 도 10a에 보여진 바와 같이, 저속 축 빔 각분포 프로파일(예, 저속 축의 수렴/발산)에 크게 영향을 주지 않는다.

[0226] 도 10a에 보여진 바와 같이, 고속 축 광학물품(64)은 입력 빔(110)을 회전 원판-형상 주사 요소(100A)에 전달하며, 이 주사요소는 연속적인 일련의 출력 빔(112)을 피부(40)를 향해 생성하는 다중 소형 렌즈들(104)을 포함한다. 피부(40)에 치료점들의 원하는 패턴을 형성하기 위하여 다양한 출력 빔들을 주사 방향으로 편향시키는 것에 더하여, 요소(100A)의 소형 렌즈들(104)은 또한 빔의 저속 축 프로파일을 천천히 발산하는 것에서 천천히 수렴하는 것(또는 일부 실시예들에서, 평행하게 됨)으로 전환시키기 위해 빔을 저속 축에서 초점을 맞춘다. 그래서, 단일 요소(100A)는 빔 주사 요소와 저속 축 광학물품(66) 모두로서 작동하고, 그래서 원하는 이러한 기능들을 위한 분리 부품들의 수를 감소시키거나 또는 최소화한다. 일부 실시예들에서, 요소(100A)의 소형 렌즈들(104)은 도 10b에 보여진 바와 같이, 고속 축 빔 프로파일에 영향을 실질적으로 주지 않는다.

[0227] 요소(100A)의 고속 축 광학물품(64) 및 요소(100A)의 소형 렌즈들(104)은, 각 출력 빔(112)이 피부의 표면에 또는 표면보다 약간 위에(즉, 피부 밖에) 놓인 초점 또는 초점면을 가지도록, 고속 축 및 저속 축 각각에서 빔을 수렴시키게 구성된다. 여기서에 사용된 바와 같이, 각 전달 빔(114)의 "초점" 또는 "초점면"은 최소 횡단면 구역을 갖는 빔(114)의 전파축에 수직인 평면으로 정의된다. 축 비대칭 전달 빔들(114)을 제공하는 실시예(예, 레이저 다이오드와 같은 축 비대칭 방사선 소스(14)를 이용하는 실시예들)에 있어서, 최소 횡단면 구역은 전형적으로 고속 축 빔 프로파일의 웨이스트(waist)와 저속 축 빔 프로파일의 웨이스트 사이에 전형적으로 놓인다.

[0228] 또한, 위에서 설명한 바와 같이, 일부 실시예들에서, 하류 고속 축 광학물품(64')은 피부에 전달 빔들(114)로서 전달을 위한 출력 빔들(112)의 추가 초점조정 및/또는 중심축 및/또는 가공을 위하여 제공된다. 기타 실시예들은 하류 렌즈(64')을 생략하고 그래서 단일 고속 축 광학물품(요소: 64)과 단일 저속 축 광학물품(요소: 100A)만을 포함한다. 이 설계는 그래서 현존하는 시스템들 또는 다른 실시예들과 비교하여 광학요소들의 수를 감소 또는 최소화할 수 있으며, 이것이 다양한 이유들로 하여 바람직할 수 있다.

[0229] 도 11a 및 도 11b는 예를 들어 특정 실시예들에 따라, 도 8a-8e를 참고하여 위에 설명한 바와 같이, 회전 컵 형상 주사 요소(100B)를 포함하는 광학시스템(15B)의 평면도 및 측면도를 각각 도시한다. 광학 시스템(15B)은, 주사 시스템(48)이 원판-형상 요소(100A)대신에 컵 형상 주사 요소(100B)를 포함한다는 점을 제외하고, 광학 시스템(15A)과 유사하다. 다시, 이 예에서 치료 방사선 소스(14)는 고속 축과 직교 저속 축을 정의하는 축 비대칭 빔(108)을 발생시키는 레이저 다이오드라는 점을 가정한다. 위에 설명된 예와 마찬가지로, 하류 고속 축 광학물품(64')은 특정 설계에 따라서, 포함되거나 또는 생략될 수 있다.

[0230] 보여진 바와 같이, 레이저(14)는 빔(108)을 생성하고, 이 빔은 고속 축에서 상당히 급속하게 발산하며(도 11b에 보여진 바와 같이), 저속 축에서 상당히 천천히 발산한다(도 11a에 보여진 바와 같이). 도 11b에 보여진 바와 같이, 고속 축 광학물품(64), 예를 들면 로드 렌즈, 비구면 렌즈 또는 임의의 다른 적합한 광학요소는 빔을 고속 축에서 급속하게 발산하는 것으로부터 타겟 구역(40)쪽으로 덜 발산하는 것(예, 천천히 발산하는 것, 평행되는 것 또는 수렴하는 것)으로 전환하도록 배열된다. 일부 실시예들에서, 고속 축 렌즈(64)는 도 10a에 보여진 바와 같이, 저속 축 빔 각 분포 프로파일(예, 저속 축의 수렴/발산)에 크게 영향을 주지 않는다.

[0231] 도 11a에 도시된 바와 같이, 고속 축 광학물품(64)은 입력 빔(110)을 회전 컵 형상 주사 요소(100B)에 전달하며, 이 주사 요소는 피부(40)쪽으로 연속적 일련의 출력 빔(112)을 생성시키는 다중 소형 렌즈들(104)을 포함한다. 타겟 구역(40)에 치료점들의 원하는 패턴을 형성하도록 다양한 출력 빔들을 주사 방향으로 편향시키는 것에 더하여, 요소(100A)의 소형 렌즈들(104)은 또한 빔의 저속 축 프로파일을 천천히 발산하는 것(또는 일부 실시예들에서 평행하게 됨)으로부터 천천히 수렴하는 것으로 전환시키기 위하여 빔을 저속 축에서 집속한다. 그래서, 단일 요소(100B)는 빔 주사 요소(62)와 저속 축 광학물품(66) 모두로서 작동하고, 그래서 원하는 이러한 기능들을 위한 분리 부품들의 수를 감소시키거나 또는 최소화한다. 일부 실시예들에서, 요소(100B)의 소형 렌즈들(104)은 도 11b에 보여진 바와 같이, 고속 축 빔 프로파일에 실질적으로 영향을 주지 않는다.

[0232] 고속 축 광학물품(64) 및 요소(100B)의 소형 렌즈들(104)은, 각 출력 빔(112)이 피부의 표면에 또는 표면보다 약간 위에(즉, 피부 밖에) 놓인 초점 또는 초점면을 가지도록, 고속 축 및 저속 축 각각에서 빔을 수렴시키게 구성된다.

[0233] 또한, 위에서 설명한 바와 같이, 일부 실시예들에서, 하류 고속 축 광학물품(64')은 피부에 전달 빔들(114)로서 전달을 위한 출력 빔들(112)의 추가 초점조정 및/또는 중심축 및/또는 가공을 위하여 제공된다. 기타 실시예들은 하류 렌즈(64')을 생략하고 그래서 단일 고속 축 광학물품(요소: 64)와 단일 저속 축 광학물품(요소: 100B)만을 포함한다. 이 설계는 그래서 현존하는 시스템들 또는 다른 실시예들과 비교하여 광학요소들의 수를 감소 또는 최소화할 수 있으며, 이것이 다양한 이유들로 하여 바람직할 수 있다.

[0234] 컵 형상 주사 요소(100B)는 요소(100B)의 회전축 A이 축 X로 표시된 입력 빔(110)의 중심축에 대한 각도 σ로 정렬되도록 배열된다. 일부 실시예들에서, 예를 들면 도 11a에 보여진 바와 같이, 각도 σ는 제로보다 더 크며, 이것으로 인해 주사 시스템(48)은 하우징(24)의 하나 이상의 외부 차원들이 예를 들면 원판-형상 주사 요소를 이용하는 주사 시스템 또는 특정 공지 주사 시스템들에 비해, 감소될 수 있도록, 장치(10)의 하우징(24)에 배열될 수 있다. 예를 들면, 각 σ는 10도 보다 더 클 수 있다. 특정 실시예들에서, 각 σ는 30도 보다 더 크다. 또한, 각 σ는 45도 보다 더 클 수 있으며, 이것은 하우징(24)의 하나 이상의 외부 차원들의 특정한 감소 또는 기타 부품 패키징 이점들을 가능케 한다. 특정 실시예들에서, 각 σ는 45도 내지 55도에 있다. 일 예시적 실시예에서, 각 σ는 약 47도이다.

[0235] 또한, 각 σ는 도 8a를 참고하여 각 α로서 위에 정의된, 각 소형 렌즈(104)의 전방 경사각과 관련이 있을 수 있다. 예를 들면, 60도 내지 120도의 범위에 있을 수 있다. 일부 실시예들에서, σ+α는 80도 내지 100도의 범위에 있을 수 있다. 특정 실시예들에서, σ+α는 90도와 동일하거나 또는 90와 대략 동일하다(즉, 각도들 σ 및 α는 여각 또는 거의 여각이다)

[0236] 대안적으로 또는 그 외에, 요소(100B)의 회전축 A는 주사 방향, 즉 방향 Y로 표시된, 소형 렌즈들(104)에 의해 생긴 빈 편향의 방향에 대하여 각도 β로 정렬될 수 있다. 주사 방향 Y는 특정 실시예의 구성에 따라서, 입력 빔(110)의 중심축 X에 수직이거나 또는 수직이 아닐 수 있다.

[0237] 일부 실시예들에서, 예를 들면 도 11b에 보여진 바와 같이, 각도 β는 90도 보다 더 작으며, 이것으로 인해 주사 시스템(48)은 하우징(24)의 하나 이상의 외부 차원들이 예를 들면 원판-형상 주사 요소를 이용하는 주사 시스템 또는 특정 공지 주사 시스템들에 비해, 감소될 수 있도록, 장치(10)의 하우징(24)에 배열될 수 있다. 예를 들면 각도 β는 80도 보다 작을 수 있다. 특정 실시예들에서, 각도 β는 60도 보다 작다. 또한, 각도 β는 45도 보다 더 작을 수 있으며, 이것으로 인해 하우징(24)의 하나 이상의 외부 차원들의 특정한 감소 또는 기타 부품 패키징 이점들을 가능케 할 수 있다. 특정 실시예들에서, 각도 β는 35도 내지 45도에 있다. 예시적인 일 실시예에서, 각도 β는 약 43도이다

[0238] 또한, 각도 β는 도 8a를 참고하여 위에서 각도 α로서 정의된, 각 소형 렌즈(104)의 전방 경사각과 관련이 있을 수 있다. 예를 들면, 각도 α 및 β는 30도 미만만큼 차가 있을 수 있다. 일부 실시예들에서, 각도 α 및 β는 10도 미만만큼 차가 있을 수 있다. 특정 실시예들에서, 각도 α 및 β는 동일하거나 또는 거의 동일하다.

[0239] 계단 형상 회전 주사 요소

[0240] 도 12-20은 계단 형상 회전 빔 주사 요소(100C) 및 계단 형상 주사 요소(100C)를 포함하는 예시적 주사 시스템(48)의 다양한 양상들 및 실시예들을 도시한다.

[0241] 도 12는 예시적 계단 형상 회전 요소(100C)를 도시한다. 회전 요소(100C)는 축 A를 기준으로 회전하도록 구성된 본체(102C)를 갖는다. 본체(102C)는 축 A의 둘레에 원주방향으로 배열된 복수의 반사 섹터들($104C_1$-$104C_4$)을 정

의하며, 이 섹터들은 일반적으로 계단 형상 방식으로 배열된 복수의 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)을 각각 정의한다. 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)은, 회전 요소가 축 A를 기준으로 회전할 때, 입력 빔(110)이 각 반사 표면($106C_1$-$106C_4$)을 잇달아, 한번에 하나씩 반사하여 이탈함으로써 출력 빔들(112)의 연속 어레이를 생성하도록, (방사선 소스(14)로부터, 또는 회전 요소(100C) 또는 그 밖의 것으로부터 상류에 배열된 광학물품으로 부터 수광된)입력 빔(110)을 반사하게 구성되어 있다.

[0242] 보여진 바와 같이, 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)은 회전축 A를 따른 방향으로 서로 오프셋된다. 따라서, 아래에 더 상세하게 설명한 바와 같이, 각각 다른 반사 섹터들($104C_1$-$104C_4$)은 평행이동적으로(및/또는 각도적으로) 서로 오프셋된 오프셋 출력 빔들(112)의 연속 어레이를 생성한다.

[0243] 일부 실시예들에서, 예를 들면 도 13에 보여진 출력 빔들(112A-112D)의 어레이를 참고하여 설명한 바와 같이, 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)은, 요소(100C)가 회전할 때, 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)을 연속적으로 반사하여 이탈되는 입력 방사선 빔에 의해 생성된 반사 출력 빔들(112)의 어레이가 평행이동적으로 오프셋되고 서로 평행하도록, 서로 팽행한 평면 표면들이다. 일부 실시예들에서, 각각의 반사 표면($106C_1$-$106C_4$)의 평면은 회전축 A에 수직이다. 다른 실시예들에서, 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)의 평면들은 서로 평행하지만, 회전축 A에 대하여 임의의 수직이 아닌 각도로 배열될 수 있다.

[0244] 다른 실시예들에서, 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)은 반사 방사선빔들의 어레이가 서로 평행이동적으로 오프셋되고 또한 각도면에서 오프셋(즉, 평행하지 않음) 되도록 서로에 대하여 각도들로 배열된 평면 표면들이다; 예를 들면, 빔들의 반사된 어레이(각각 반사된 빔들과는 대조적으로) 단일 선형 열과는 대조적으로, 발산하거나, 또는 수렴하거나 또는 치료점들의 다수 열들을 형성할 수 있다.

[0245] 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)을 회전축에 수직인 평면 표면들로서 형성하는 것은 방사선 빔이 각 반사 표면(106C)에 반사되어 떠나는 지속 시간 동안에 그 결과로 생긴 출력 빔(112)의 각 방향(장치 구조물 또는 하우징(24)에 대한)이 지속 시간 동안에 걸쳐서 일정하게 유지되는 효과를 제공하며, 이것은 "일정한 각 편향" 출력 빔들(112)이라 지칭될 수 있다. "일정한 각 편향"은 도 26a-26b를 참고하여 아래에 더 상세히 설명된다. 그래서, 이러한 실시예들에서, 반사 섹터들($104C_1$-$104C_4$)은, 원판-형상 주사 요소 및 컵 형상 주사 요소(100A 및 100B)의 특정 실시예들에 대하여 위에서 설명된 일정한 각 편향 소형 렌즈들(104A 및 104B)과 유사하게, 일정한 각 편향 반사 섹터들(104C)이라 지칭될 수 있다.

[0246] 일부 실시예들에서, 일부 또는 모든 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)은 비 평면, 예를 들면 하나 이상의 축을 따라 오목하거나 또는 볼록할 수 있다. 이러한 실시예들에서, 각 출력 빔(112)은, 예를 들면 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)의 특정한 비 평면 형상 및/또는 광학물품(16)의 구성의 다른 양상들에 따라, (a) 입력 빔(110)이 각각의 비 평면 반사 표면(106C)에 입사하는 시간 동안에 장치 구조물 또는 하우징(24)에 대하여 이동할 수 있거나 또는 (b) 입력 빔(110)이 각각의 비 평면 반사 표면(106C)에 입사하는 시간 동안에 장치 구조물 또는 하우징(24)에 대하여 실질적으로 부동으로 유지될 수 있다.

[0247] 예를 들면, 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)은 원판-형상 주사 요소 및 컵 형상 주사 요소(100A 및 100B)의 특정 실시예들에 대하여 위에서 설명된 시프트 편향 소형 렌즈들(104A 및104B)과 유사하게, 시프트 편향 출력 빔(112)을 제공하는 "시프트 편향(shifting deflection)" 표면들로 형상화되거나 또는 구성될 수 있다. "시프트 편향"은 도 27a-27b을 참고하여 아래에 더 상세히 설명된다.

[0248] 위에 설명된 바와 같이, 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)은 축 A의 방향에서 서로 오프셋될 수 있다. 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)은 각 표면 사이의 동일한 거리만큼, 또는 대안적으로 각각 다른 거리들만큼 축 A를 따라 서로 오프셋될 수 있다. 각각 다른 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$) 사이의 오프셋 거리는 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)으로부터 반사된 각각의 출력 빔들(112) 사이의 원하는 간격을 제공하도록 선택될 수 있다.

[0249] 도 13은 회전 요소(100C)의 묘사적인 측면도를 도시하며, 각 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)은 도시 목적에서 본체(102C)의 직경을 가로질러 연장하는 선으로 나타내어진다. 입력 빔(110)은, 회전 요소(100C)가 축 A를 기준으로 회전할 때, 각 반사 표면($106C_1$-$106C_4$)으로터 잇달아 반사되어, 출력 빔들(112A-112D)의 연속 어레이를 만든다.

이 예에서, 반사 표면들(112A-112D)은, 반사 출력 빔들(112A-112D)이 평행이동적으로 오프셋되고, 서로 평행하며 장치 구조물 또는 하우징(24)에 대하여 부동(즉, 일정한 각 편향 출력 빔들)이도록, 평면 표면들이고 서로 평행하다.

[0250] 도 14는 또 하나의 회전 요소(100C)의 측면도를 도시하며, 여기서 요소 본체(102C)는 특정 실시예들에 따른 테이퍼 형상을 갖는다. 도 13과 마찬가지로, 각 반사 표면($106C_1$-$106C_4$)은 도시 목적으로, 본체(102C)의 직경을 가로질러 연장하는 선에 의해 표시된다. 본체(102C)의 테이퍼 형상은 본체(102C)의 질량을 감소시킬 수 있고 및/또는 본체(102C)의 구조물에 의한 입력 빔(110) 및/또는 출력 빔들(112A-112D)의 원치 않는 편향 또는 차단을 방지할 수 있다.

[0251] 계단 형상의 주사 시스템용 하류 광학물품

[0252] 위에 설명한 바와 같이, 출력 빔들(112)의 연속 어레이는 전달 빔들(114)로서 피부(40)에 직접 전달될 수 있거나, 또는 피부(40)에 전달 빔들(114)로서 전달되기 전에 하나 이상의 하류 광학물품(60B)(도 3a를 참고하여) 에 의해 영향을 받을 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 하류 광학물품(60B)은 출력 빔들(112)의 어레이를 재 배향시키고 및/또는 그외에 출력 빔들의 어레이에 영향을 주도록 구성될 수 있다. 이러한 하류 광학물품(60B)은, 편향하고, 집속하고, 초점을 흐리게 하고(defocus), 또는 그외에 출력 빔들(112)의 방향, 수렴/발산, 초점, 빔 세기 프로파일 및/또는 기타 성질에 영향을 미치도록 구성된 임의의 하나 이상의 거울들 또는 반사 표면들, 렌즈들 또는 다른 광학요소들을 포함할 수 있다.

[0253] 일부 실시예들에서, 하류 광학물품(60B)은 예를 들면, 하나 이상의 축들을 따라 세기 프로파일의 형상에 영향을 주고, 하나 이상의 축들을 따라 빔이 수렴, 발산할지 또는 평행하게 될지를 변경하고, 하나 이상의 축들을 따라 수렴 또는 발산의 정도를 변경하는 등을 함으로써, 일 축 또는 다수 축들을 따른 각각의 출력 빔들(112)의 세기 프로파일에 영향을 주도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 하류 광학물품(60B)은 피부의 표면에 또는 이 표면보다 약간 위에(즉, 피부 밖에) 각 출력 빔(112)용 초점 또는 초점면을 정의하도록 구성될 수 있다. 하류 광학물품(60B)은 각 출력 빔들(112)의 세기 프로파일에 동일하게 또는 각각 다르게 영향을 줄 수 있다. 예를 들면, 일부 실시예들에서, 이러한 하류 광학물품은 렌즈 또는 거울 요소들의 어레이를 포함하며, 각각은 각각의 출력 빔(112)에 대응하며 그래서 원한다면 각각의 출력 빔들(112)에 다르게 영향을 주는 것을 포함하여 원하는 대로 각각의 출력 빔들(112)에 영향을 주도록 작동할 수 있다.

[0254] 부가적으로 또는 대안적으로, 하류 광학물품(60B)은 출력 빔(112)을 편향시키도록 구성될 수 있다. 하류 광학물품(60B)은 서로에 대하여 출력 빔들(112)의 전파에 영향을 주지 않는 방식으로 출력 빔들(112)을 편향시킬 수 있다. 예를 들면, 도 15a에 보여진 예에서, 하류 광학물품(60B)은 회전 요소(100C)로부터의 출력 빔들(112A-112D)의 어레이를 피부(40)쪽으로, 서로에 대한 출력 빔들(112)의 전파에 영향을 주지 않고, 반사시키는 평면 거울(150A)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 하류 광학물품(60B)은 이러한 빔들(112)의 타겟 표면에 대한 정규성(normality)(즉, 수직)을 증가시키기 위하여 출력 빔들(112)의 적어도 일부를 편향하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 하류 광학물품은, 출력 빔들(112)을 타겟 표면에 대한 하나 이상의 예정 법선각 또는 비-법선각(즉, 비-수직각)으로 전달하기 위하여, 출력 빔들(112)의 적어도 일부를 편향시키도록 구성될 수 있다.

[0255] 대안적으로, 하류 광학물품(60B)은 (a) 출력 빔들(112)의 어레이(각각의 출력 빔들(112)와는 대조적으로)가 수렴할지, 발산할지, 또는 서로에 대하여 평행하게 전파할지에 영향을 주고 및/또는 (b) 출력 빔들(112)의 어레이(각각의 출력빔들(112)와는 대조적으로)가 수렴 또는 서로로부터 발산하는 정도에 영향을 주는 등, 출력 빔들(112)의 하나 이상의 축에서 서로에 대한 전파에 영향을 주는 방식으로 출력 빔들(112)을 편향시킬 수 있다. 예를 들면, 이러한 하류 광학물품(60B)은 오목하거나, 볼록하거나 또는 그 외에 하나 이상의 방향들에서 비 평면인 하나 이상의 렌즈들 또는 거울요소들을 포함할 수 있다.

[0256] 도 15b 및 도 15c는 이러한 하류 광학물품의 예들을 도시한다. 도 15b의 예시적인 실시예에서, 하류 광학물품은 출력 빔들(112A-112D)의 어레이의 발산을 증가시키고/수렴을 감소시키는 볼록거울(150B)을 포함하며, 그래서, (a) 평행한 어레이를 발산하는 어레이로 변환시키고, (b) 발산하는 어레이의 발산의 정도를 증가시키고, (c) 수렴하는 어레이의 수렴의 정도를 감소시키고, 또는 (d) 수렴하는 어레이를 평행한 또는 발산하는 어레이로 전환한다. 대조적으로, 도 15c의 예시적인 실시예에서, 하류 광학물품은 출력 빔들(112A-112D)의 어레이의 수렴을 증가시키고 또는 발산을 감소시키는 오목거울(150C)을 포함하며, 그래서, (a) 평행한 어레이를 수렴하는 어레이로 변환시키고, (b) 수렴하는 어레이의 수렴의 정도를 증가시키고, (c) 발산하는 어레이의 발산의 정도를 감소시키고, 또는 (d) 발산하는 어레이를 평행한 또는 수렴하는 어레이로 전환한다.

[0257] 일부 실시예들에서, 하류 광학물품(60B)은 (a) 하나 이상의 축에 따른 각각의 출력 빔들(112)의 세기 프로파일에 영향을 주고, (b) 하나 이상의 축에 따른 출력 빔들(112)의 서로에 대한 전파에 영향을 줄 수 있다.

[0258] 경로 길이보정

[0259] 특정 실시예들에서, 피부(40)에 전달된 각 빔은 동일한 총 경로 길이를 가지는 것이 바람직할 수 있으며, 상기 총 경로 길이는 방사선 소스(14)에서 피부(40)까지의 빔의 총 이동 거리로서 정의된다. 예를 들면, 피부(40)에 전달되는 각각의 빔들이 피부(40)를 향해 전파하는 동안에 수렴, 발산하고 또는 그외에 세기 프로파일에 (하나 이상의 축에서) 변화를 겪는 실시예들에서, 각 빔이 다른 각각의 빔들에 의해 생성된 피부(40)상의 치료점들의 균일한 크기, 형상 및/또는 세기를 제공하도록, 방사선소스(14)에서 피부(40)까지 동일한 경로 길이를 가지는 것이 바람직할 것이다.

[0260] 그러나, 도 13 및 도 14의 예시적인 실시예들에 보여진 바와 같이, 입력 빔(110) 이 각각의 반사 표면($106C_1$-$106C_4$)으로부터 반사하기 전에 각각 다른 거리들을 이동한다. 그래서, 일부 실시예들에서, 하류 광학물품은 경로 길이 보상 광학물품(152)을 포함할 수 있다. 경로 길이 보상 광학물품(152)은 동일한 총 경로 길이들(예, 방사선 소스(14)로부터 피부(40)까지)을 제공하기 위하여 출력 빔들(112A-112D)을 반사, 편향시키고, 또는 이 출력 빔들에 영향을 주도록 임의의 적합한 하나 이상의 광학요소들을 포함할 수 있다.

[0261] 도 16은 특정 실시예들에 따라, 경로 길이 보상 광학물품(152)의 예를 도시한다. 이 예에서, 경로 길이 보상 광학물품(152)은 방사선 소스(14)에서 광학물품(152)까지의 각 빔의 경로 길이가 동일하도록, 출력 빔들(112A-112D)을 편향시키게 배열된 단일 편향 요소(예, 거울 또는 렌즈)를 포함한다. 그래서, 이 예에서, 경로 길이OAE = 경로 길이OBF = 경로 길이OCG = 경로 길이ODH. 광학물품(152)은 각 빔의 총 경로 길이가 동일하도록 피부(40)에 평행하게 배열될 수 있다. 예를 들면, 광학물품(152)은 각 출력 빔(112A-112D)을 페이지에 수직하게 그리고 페이지에 일반적으로 평행하게 배열된 피부(40)의 평면을 향해 편향시킬 수 있다.

[0262] 다른 실시예들에서, 경로 길이 보정 광학 물품(152)은 피부에 평행하지 않게 배열될 수 있지만, 각 빔의 총 경로 길이가 동일한 것을 여전히 제공할 수 있다. 예를 들면, 광학물품(152)은, 각각 다른 반사 표면들($106C_1$-$106C_4$)의 점 O에서 점들 A-D까지의 경로 길이 차들의 일부분이 회전 요소(30)의 점들 A-D와 광학물품(152)의 점들 E-H 사이의 다른 각각의 거리들에 의해 보상되며, 경로 길이 차들의 나머지가 광학물품(152)의 점들 E-H와 피부(40) 사이의 다른 각각의 거리들에 의해 보상될 수 있도록, 배열될 수 있다.

[0263] 다른 실시예들에서, 예를 들면, 아래에 설명된 도 18b에 보여진 바와 같이, 경로 길이 보상 광학물품(152)은 다중 광학물품들을 포함할 수 있으며, 각각은 각각의 출력 빔(112)에 대응한다.

[0264] 위에서 설명된 기타 하류 광학물품과 마찬가지로, 경로 길이 보상 광학물품(152)은 (a) 하나 이상의 축에 따른 각각의 출력 빔들(112)의 세기 프로파일에 영향을 주거나 또는 주지 않을 수 있고, (b) 하나 이상의 축에 따른 서로에 대한 출력 빔들(112)의 전파에 영향을 주거나 또는 주지 않을 수 있다.

[0265] 예시적 계단 형상의 빔 주사 요소

[0266] 도 17 및 도 18은 회전 계단형상 빔 주사 요소(100C)의 예시적 실시예들을 도시한다. 특히, 도 17a는 예시적인 3차원도이고, 도 17b는 회전축 A을 따른 요소(100C)의 예시적인 단면도이고, 도 18a는 예시적 제1 경로 길이 보상 광학물품(152)(단일 요소)을 포함하며, 계단형상 주사 요소(100C)의 예시적 측면도이며, 및, 도 18b는 예시적 제2 경로 길이 보상 광학물품(152)(다중 요소들)을 포함하며, 계단 형상 주사 요소(100C)의 또 하나의 예시적인 측면도이다.

[0267] 도 17a 및 도 17b에 보여진 바와 같이, 도시된 예는 12개의 반사 섹터들(104C)을 포함하며, 각 섹터는 회전 요소(100C)의 회전축 A에 수직인 평면 반사 표면(106C)을 정의하고, 상기 평면 반사 표면들(106C)은 서로 평행하고 서로 회전축 A의 방향으로 오프셋되어 있다. 또한, 각 반사 섹터(104C)는, 반사 섹터(104C)가 테이퍼 측표면(108C)과 함께 개략적으로 원뿔형 계단 형상을 정의하도록, 테이퍼 측표면(108C)을 또한 정의한다.

[0268] 도 18a에 보여진 바와 같이, 회전 요소(100C)의 12개의 평면 반사 표면들(106C)은 부동의 입력 빔(110)을 반사하여, 서로 평행이동적으로(및 평행하게) 오프셋된 12개의 출력 빔들(112)의 시간-순차적 어레이를 생성한다. 위에서 설명한 바와 같이, 경로 길이 보상 광학물품(152)은, 각 출력 빔(112)에 대한 균일한 총 경로 길이(예, 방사선 소스(14)로부터 피부(40)까지)를 제공하기 위하여, 회전 요소(100C)의 각각 다른 반사 표면들(106C)에 입사한 입력 빔(110)의 각각 다른 경로 길이들을 보상하기 위하여, 제공될 수 있다. 이 실시예에서, 경로 길이

보상 광학물품(152)은 출력 빔들(112)의 시간-순차적 어레이를 피부(40)쪽으로(또는 피부(40)에의 전달 전에 추가 하류 광학물품쪽으로) 편향시키도록 구성된 단일 광학물품을 포함한다.

[0269] 도 18b는 도 18a의 변형 실시예를 도시하며, 여기서 경로 길이 보상 광학물품(152)은 광학요소들(158)의 어레이를 포함하며, 각 광학요소는 출력 빔들(112)의 하나를 피부(40)쪽으로(또는 피부(40)에의 전달 전에 추가 하류 광학물품쪽으로) 편향시키도록 배열된다.

[0270] 반사 섹터 구성

[0271] 도 17a 및 도 17b로 돌아가서 살펴보면, 도시된 실시예는 순서 $104C_1$, $104C_2$, $104C_3$, … $104C_{12}$ 로 원주 둘레에 배열된 12개의 반사 섹터들($104C_1$-$104C_{12}$)을 포함한다. 12 반사 섹터들은 2 세트, 반사 섹터들($104C_1$-$104C_6$)과 반사 섹터들($104C_7$-$104C_{12}$)을 정의하며, 각 세트는 6개의 연속성 상승 계단들의 한 그룹을 정의하며, 각 세트는 본체(102C)의 둘레로 180도 연장한다.

[0272] 다른 실시예들에서, 반사 섹터들(104C)은 원주 둘레에 연속적으로 인접한 상승 계단들의 한 세트 또는 원주 둘레에 연속적으로 인접한 상승 계단들의 세트들의 임의의 다중 수(multiple number)를 정의할 수 있다.

[0273] 대안적으로, 반사 섹터들(104C)은 연속적으로 인접하지 않은 세트들로 배열될 수 있다. 예를 들면, 각각 일련의 연속성 또는 비연속성 상승 계단들을 형성하는, 반사 세트들의 두 세트($104C_1$-$104C_6$ 및 $104C_7$-$104C_{12}$)는 부분적으로 또는 완전히 교호하는 방식으로 원주둘레에 배열될 수 있다(예, [$104C_1$, $104C_7$, $104C_2$, $104C_8$, $104C_6$, $104C_{12}$], 또는 [$104C_1$, $104C_2$, $104C_3$, $104C_7$, $104C_7$, $104C_9$, $104C_4$, $104C_5$, $104C_6$, $104C_{10}$, $104C_{11}$, $104C_{12}$]).

[0274] 또 하나의 예로서, 각 세트가 일련의 (연속성 또는 비연속성) 상승 계단들을 형성하는 반사 섹터들의 3 세트가 부분적으로 또는 완전히 교호하는 방식으로 원주 둘레에 배열될 수 있다(예, [$104C_1$, $104C_5$, $104C_9$, $104C_2$, $104C_6$, $104C_{10}$, $104C_3$, $104C_7$, $104C_{11}$, $104C_4$, $104C_8$, $104C_{12}$], 또는 [$104C_1$, $104C_2$, $104C_5$, $104C_6$, $104C_9$, $104C_{10}$, $104C_3$, $104C_4$, $104C_7$, $104C_8$, $104C_{11}$, $104C_{12}$]).

[0275] 대안적으로, 반사 섹터들(104C)은 연속적으로 인접한 또는 교호의 순서로 배열되지 않은 세트들을 정의할 수 있다. 예를 들면, 반사 섹터들(104C)의 세트들은 본체(102C)의 원주 둘레에 랜덤하게 배열될 수 있다. 예를 들면, 반사 섹터들의 3 세트($104C_1$-$104C_4$, $104C_5$-$104C_8$, 및 $104C_9$-$104C_{12}$)(각 세트는 일련의 연속성 상승 계단들1-4을 형성함)는 교호 랜덤 방식으로 원주 둘레에(예, [$104C_1$, $104C_5$, $104C_{10}$, $104C_4$, $104C_8$, $104C_{12}$, $104C_3$, $104C_6$, $104C_{11}$, $104C_2$, $104C_7$, $104C_9$ (3 세트 사이에 교호적으로)]) 또는 완전히 랜덤 방식으로 (예, [$104C_7$, $104C_2$, $104C_8$, $104C_5$, $104C_{12}$, $104C_{10}$, $104C_3$, $104C_6$, $104C_1$, $104C_{11}$, $104C_4$, $104C_9$]) 배열될 수 있다.

[0276] 위에 설명한 바와 같이, 반사 표면들(106C)은 서로 평행하게 또는 서로 평행하지 않게 배열될 수 있다. 도 17a-17b에 보여진 예시적인 실시예에서, 평면 반사 표면들(106C)은 모두 서로 평행하다. 평면 반사 표면들(106C)이 모두 서로 평행한 실시예들은 단일-주사-방향, 단일-열 주사 또는 단일-주사-방향, 멀티-열 주사에 맞추어 구성될 수 있으며, 이 용어들은 도 23a-24b를 참고하여 아래에 정의된다. 적어도 일부의 평면 반사 표면들(106C)이 서로 평행하지 않은 실시예들은 멀티-주사-방향 주사에 맞추어 구성될 수 있으며, 멀티-주사-방향 주사는 도 25a-25b를 참고하여 아래에 정의된다.

[0277] 도 19 및 도 20은 특정 실시예들에 따른, 계단 형상 회전 주사 요소(100C)를 포함하는 예시적 광학 시스템들(15)을 도시한다. 도시된 바와 같이, 도19 및 도20의 예시적 광학 시스템들(15)의 각각은 (a) 고속 축 광학물품(64), (b) 저속 축 광학물품(66), (c) 계단 형상 주사 요소(100C), 및 (d) 하류 광학물품(60B), 구체적으로 거울(150)을 포함한다. 각 광학 시스템(15)은 방사선 소스(14)에 의해 발생된 빔(108)을 수광하고, 발생 빔(108)을 처리하여 입력 빔(110)을 계단 형상 주사 요소(100C)에 제공하며, 이 입력 요소는 입력 빔(110)을 시간-순차적 일련의 출력 빔들(112)로 전환하고 이어서 치료점들(70)의 패턴을 생성하도록 이 출력 빔들(112)를 처리하여 전달 빔들을 피부(40)에 제공한다. 발생 빔(108), 입력 빔(110), 출력 빔 (112), 및 대응하는 전달 빔(114)을 포함하는, 임의의 특정 치료점 형성 동안에 방사선 소스(14)로부터 피부(40)로 연장하는 빔은 여기서 빔(80)으로 지칭된다.

[0278] 위에서 설명한 바와 같이, 고속 축 광학물품(64)은 빔의 고속 축 프로파일에 주로 영향을 주도록 구성된 하나 이상의 광학 요소들을 포함하며, 반면에 저속 축 광학물품(66)은 빔의 저속 축 프로파일에 주로 영향을 주도록

구성된 하나 이상의 광학 요소들을 포함한다.

[0279] 특정 실시예들에서, 방사선 소스(14)는 고속 축 및 저속 축에서 각각 다른 프로파일들을 갖는 축 비 대칭 빔(108)을 발생할 수 있다. 예를 들면, 방사선 소스(14)는 레이저 다이오드를 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 방사선 소스(14)는 축-대칭 빔, 예를 들면 파이버 레이저 또는 기타 축-대칭 방사선 소스를 발생시킬 수 있다.

[0280] 도 19 및 도 20에 보여진 예시적 실시예들의 각각은 단일 고속 축 광학요소(64) 및 상기 고속 축 광학요소(64)와 별개의 단일 저속 축 광학요소(66)를 포함한다. 다른 실시예들에서, 장치(10)는 다중 고속 축 광학요소(64) 및 이 고속 축 광학요소(64)와 별개의 단일 저속 축 광학요소(66)를 포함한다. 다른 실시예들에서, 장치(10)는 단일 고속 축 광학요소(64) 및 이 고속 축 광학요소(64)와 별개의 다중 저속 축 광학요소(28)를 포함한다.

[0281] 다른 또 하나의 실시예들에서, 하나 이상의 고속 축 광학요소(64) 및 저속 축 광학요소(66)는 일체로 될 수 있으며, 즉 단일 광학요소(또는 다중 광학요소)는 고속 축 세기 프로파일과 저속 축 세기 프로파일에 실질적으로 작용할 수 있다. 이러한 요소들은 멀티-축 광학요소들이라고 지칭될 수 있다. 이러한 실시예들은 제로, 하나 또는 그 이상의 고속 축 광학요소(64)와 제로, 하나 또는 그 이상의 저속 축 광학요소(28)와 결합한, 하나 이상의 멀티-축 광학요소들을 포함할 수 있다. 그래서, 단지 예로서, 장치(10)는 단일 고속 축 광학요소들(64), 단일 저속 축 광학요소들(28) 및 단일 멀티-축 광학요소를 포함할 수 있다.

[0282] 일부 실시예들에서, 고속 축 광학물품(64)(실시예에 따라 단일 요소 또는 다중 요소들)은 저속 축 세기 프로파일에 실질적으로 영향을 주지 않고 빔(80)(즉, 입력 빔(110) 및/또는 출력 빔(112))의 고속 축 세기 프로파일에 영향을 주도록 구성될 수 있으며, 그리고 저속 축 광학물품(66)(실시예에 따라 단일 요소 또는 다중 요소들)은 고속 축 세기 프로파일에 실질적으로 영향을 주지 않고 빔(80)의 저속 축 세기 프로파일에 영향을 주도록 구성될 수 있다. 또는, 고속 축 광학물품(64)(실시예에 따라 단일 요소 또는 다중 요소들)은 저속 축 세기 프로파일보다 훨씬 더 큰 범위 또는 정도로 빔(80)의 고속 축 세기 프로파일에 영향을 주도록 구성될 수 있으며, 저속 축 광학물품(66)(실시예에 따라 단일 요소 또는 다중 요소들)은 고속 축 세기 프로파일 보다 훨씬 더 큰 범위 또는 정도로 빔(80)의 저속 축 세기 프로파일에 영향을 주도록 구성될 수 있다.

[0283] 다른 실시예들에서, 고속 축 광학물품(64)(실시예에 따라 단일 요소 또는 다중 요소들) 또는 저속 축 광학물품(66)(실시예에 따라 단일 요소 또는 다중 요소들) 중 하나는 단지 고속 축 세기 프로파일 또는 저속 축 세기 프로파일에 실질적으로 영향을 주며, 반면에 고속 축 광학물품(64)과 저속 축 광학물품(66) 중 다른 하나는 고속 축 세기 프로파일과 저속 축 세기 프로파일 모두에 실질적으로 영향을 준다. 또는, 고속 축 광학물품(64)(실시예에 따라 단일 요소 또는 다중 요소들) 또는 저속 축 광학물품(66)(실시예에 따라 단일 요소 또는 다중 요소들)은 고속 축 세기 프로파일과 저속 축 세기 프로파일 중 하나에, 고속 축 세기 프로파일과 저속 축 세기 프로파일 중 다른 하나보다 훨씬 더 큰 범위 또는 정도로 영향을 주며, 반면에, 고속 축 광학물품(64)과 저속 축 광학물품(66) 중 다른 하나는 고속 축 세기 프로파일과 저속 축 세기 프로파일 모두에 실질적으로 유사한 범위 또는 정도로 영향을 준다.

[0284] 다른 실시예들에서, 고속 축 광학물품(64)(실시예에 따라 단일 요소 또는 다중 요소들) 또는 저속 축 광학물품(66)(실시예에 따라 단일 요소 또는 다중 요소들)의 각각은 빔(80)의 고속 축 세기 프로파일과 저속 축 세기 프로파일 모두에 크게 영향을 주도록 구성된다.

[0285] 도 19 및 도 20으로 돌아가 살펴보면, 이들 예시적 실시예들의 각각은 (a) 계단 형상 회전 주사 요소(100C)를 포함하는 주사 시스템(48), 및 (b) 하류 광학물품(60B), 구체적으로 거울(150)을 포함하며, 그것들은 고속 축 광학요소(64) 및 저속 축 광학요소(66) 모두로부터 모두 별개이다. 이 실시예에서, 회전 주사 요소(100C)는, 회전 주사 요소(100C)가 빔(80)의 세기 프로파일에 임의의 축에서 크게 영향을 주지 않도록, 평면 반사 표면들(106C)을 이용한다. 다른 실시예들에서, 회전 주사 요소(100C)의 반사 표면들(106C)은 하나 이상의 축(예, 고속 축 세기 프로파일 및/또는 저속 축 세기 프로파일)에서 세기 프로파일에 크게 영향을 주도록 구성될 수 있다.

[0286] 다른 실시예들에서, 계단 형상 회전 주사 요소(100C)는 고속 축 광학물품 (64) 및/또는 저속 축 광학물품(66)과 일체로 형성될 수 있다. 예를 들면, 계단 형상 회전 주사 요소(100C)는 고속 축 광학요소(64)로서(단지 고속 축 광학요소로서 또는 하나 이상의 다른 고속 축 광학요소들(64)과 결합한 고속 축 광학요소로서) 작동하며, 저속 축 광학물품(66)은 분리하여 제공된다. 대안적으로, 계단 형상 회전 주사 요소(100C)는 저속 축 광학요소(66)로서(단지 저속 축 광학요소로서 또는 하나 이상의 다른 저속 축 광학요소들(66)와 결합한 저속 축 광학요소로서) 작동하며, 고속 축 광학물품(64)은 분리하여 제공된다. 대안적으로, 계단 형상 회전 주사 요소(100C)는 고속

축 광학요소(64) 및 저속 축 광학요소(66) 둘 모두 (단일, 결합 주사 요소/고속 축 광학요소/저속 축 광학요소; 또는 하나 이상의 다른 고속 축 광학요소들(64) 및/또는 하나 이상의 다른 저속 축 광학요소들(66)과 결합하여)로서 작동할 수 있다.

[0287] 고속 축 광학요소(64), 저속 축 광학요소(66) 및 계단 형상 회전 주사 요소 (100C)는 빔(80)의 경로를 따라서 임의의 순서로 배열될 수 있다. 예를 들면, 고속 축 광학요소(64) 및 저속 축 광학요소(66)는 계단 형상 회전 주사 요소(100C)의 상류에(도 19 및 도 20에 보여진 바와 같이) 또는 계단 형상 회전 주사 요소(100C)의 하류에 배열될 수 있고 또는 계단 형상 회전 주사 요소(100C)는 광학요소들 (64 및 66) 사이에 배열될 수 있다. 또한, 광학요소들(64 및 66)은 서로에 대하여 임의의 순서로 배열될 수 있다.

[0288] 오프셋 출력 빔들(112)(예, 주사 방향에 따라 오프셋됨)의 어레이를 생성하기 위하여 입력 빔(110)을 편향시키는 것 이외에, 각 섹터(104)는 하나 이상의 축에서 입력 빔(110)을 추가로 영향을 줄 수 있다. 예를 들면, 각 섹터(104)는, 투과성 원판 또는 컵 형상 주사 요소들에 대하여 위에 제공된 예들과 유사하게, 광출력을 제공하는 반사 표면에서 곡률을 가짐으로써 입력 빔(110)에 추가로 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 편향 이외에, 각 섹터(104)는 저속 축 광학물품 및/또는 고속 축 광학물품으로서 추가로 작동을 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 각 섹터(104)는 입력 빔(110)을 저속 축 방향에서 편향시킬 수 있고 또한 입력 빔(110)의 수렴/발산에 영향을 줄 수 있다. 예를 들면, 요소(100)는 저속 축 방향으로 발산하는 입력 빔(110)을 수광할 수 있으며, 그리고 각 섹터(104)는, 예를 들어, 각각의 평행하게 되거나, 집속되거나 또는 유사-집속된 출력 빔들(112)이 치료점들을 생성하기 위하여 타겟 구역에 전달될 수 있도록, (a) 특정 정도로 입력 빔(110)을 편향시키고, 그리고 (b) 발산 빔을 평행하거나 또는 수렴하는 빔으로 전환할 수 있다.

[0289] 회전 요소(100)의 예시적 구성들 및 대응하는 치료점 어레이들

[0290] 도 6a-6c를 참고하여 위에 설명한 바와 같이, 빔 주사 요소(100)는 피부(40)에 광범위한 다양한 치료점 패턴들을 제공하도록 구성될 수 있으며, 치료점들은 섹터들(104_1 내지 104_n)의 특정 구성 및 배열에 기초하여, 임의의 원하는 순차 순서로 전달될 수 있다.

[0291] 도 21a는 예시적 빔 주사 요소(100)를 도시하며, 이 주사 요소는 원판-형상주사 요소 (예, 원판-형상투과 요소(100A)), 컵 형상 주사 요소 (예, 컵 형상 투과 요소(100B)), 계단 형상 주사 요소 (예, 계단 형상 반사 요소(100C)), 또는 임의의 다른 형태의 회전 주사 요소로서 구성될 수 있다. 요소(100)는 축 A를 기준으로 회전하도록 구성된 본체(102)를 갖는다. 본체(102)는 본체(12)의 원주 또는 주위 둘레에 일반적으로 배열되고 입력 빔(110)을 서로 오프셋된 출력 빔들(112)의 어레이로 편향시키도록 구성된 복수의 섹터들(104)을 포함한다. 특정 실시예에 따라, 각 섹터(104)는 예시적 화살표(112A)로 표시된 바와 같이, 입력 빔(110)을 전달하지만 편향시킬 수 있으며 (예, 아래에 설명된 원판-형상 투과 요소(100A) 또는 컵 형상 투과 요소(100B)) 또는 예시적 화살표(112B)로 표시된 바와 같이, 입력 빔을 반사시킬 수 있다(예, 아래에 설명된 계단 형상 반사 요소(100C)).

[0292] 섹터들(104_1 내지 104_n)은 치료점들의 어레이가 임의의 원하는 순서(예, 특정방향에서의 편향의 양의 면에서)로 전달되도록 및/또는 아래에 설명한 바와 같이, 요소(100)의 각 주사 동안에 하나, 둘 또는 그 이상의 열들을 생성하도록, 구성될 수 있다.

[0293] 치료점들의 순차순서

[0294] 섹터들(104_1 내지 104_n)은 치료점들(70)의 어레이가 임의의 원하는 순차순서로, 예를 들면, 하나 이상의 특정 방향들에 대하여, 전달될 수 있도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 도 21a에 보여진 예에서, 섹터들(104_1 내지 104_n)은 A에서 L까지 명칭이 붙여지고 섹터A(섹터 104_1)는 가장 큰 오프셋(하나 이상의 방향에서)을 생성하고, 섹터B(섹터 104_2)는 그 다음 가장 큰 오프셋을, 섹터C(섹터 104_3)는 그 다음 가장 큰 오프셋을 생성하는 기타 등등. 보여진 바와 같이, 섹터들 (A-L)은 요소(100)의 주위 둘레에 순차 순서로 배열된다.

[0295] 그래서, 도 21b는 장치(10)이 타겟 구역에 대하여 부동으로 유지된다고(예, 장치(10)가 위에서 설명한 바와 같이, 스탬핑 모드에서 작동한다) 가정하고, 요소(100)의 한번의 완전 회전(즉, 입력 빔(110)의 일 주사)에 의해 전달된 치료점들의 순차순서를 도시한다. 보여진 바와 같이, 치료점들은, 섹터A(섹터 104_1)에 의해 생성된 치료점 1에서 시작하여, 이어서 섹터B(섹터 104_2)에 의해 생성된 치료점 2, 기타 등등, 치료점이 생성되는 순차순서를 표시하는, 1 내지 12의 라벨이 붙여진다.

[0296] 또한, 도 21c는 장치(10)가 주사 방향에 실질적으로 수직인 방향으로 타겟 구역 위로 수동적으로 글라이딩된다(예를 들면, 장치(10)가 위에서 설명한 바와 같이, 글라이딩 모드로 작동한다) 고 가정하고, 요소(100)의 한번의 완전 회전(즉, 입력 빔(110)의 일 주사)에 의해 전달된 치료점들의 순차순서를 도시한다. 보여진 바와 같이, 치료점들은, 섹터A(섹터 104_1)에 의해 생성된 치료점 1에서 시작하여, 이어서 섹터B(섹터 104_2)에 의해 생성된 치료점 2, 기타 등등, 치료점이 생성되는 순차순서를 표시하는, 1 내지 12의 라벨이 붙여진다. 요소(100)의 이 구성은 장치의 글라이드 방향의 이동으로 인하여 주사 방향에 대하여 대각선으로 정렬된 치료점들의 일반적으로 선형 열을 생성한다.

[0297] 요소(100)는 임의의 기타 원하는 순차순서로 치료점들을 생성하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 도 22a는, 위에 설명된 예시적 요소(100)와 마찬가지로, 예시적 요소(100')는 A내지 K의 라벨이 붙여진 섹터들(104_1 내지 104_n)을 포함하며, 섹터 A(섹터 104_1)는 가장 큰 오프셋(하나 이상의 방향들에서)을 생성하고, 섹터 B(섹터 104_2)는 그 다음 가장 큰 오프셋을, 섹터 C(섹터 104_3)는 그 다음 가장 큰 오프셋을 생성하는 기타 등등. 그러나, 위에서 설명된 요소(100)와 달리, 요소(100')의 섹터들(A-L)은 요소(100)의 주위 둘레에 순차적으로 배열되지 않는다. 오히려, 섹터들(A-L)은 요소(100)의 주위 둘레에 특정 의사 랜덤 순서로 배열된다: A, C, E, I, G, B, D, F, K, J, H, L.

[0298] 도 22b는 장치(10)가 타겟 구역에 대하여 부동으로 유지된다(예, 장치(10)가 스탬핑 모드에서 작동한다)고 가정하고, 요소(100')의 한번의 완전 회전(즉, 입력 빔(110)의 일 주사)에 의해 전달된 치료점들의 순차순서를 도시한다. 보여진 바와 같이, 치료점들은, 섹터 A(섹터 104_1)에 의해 생성된 치료점 1에서 시작하여, 이어서 섹터 C(섹터 104_2)에 의해 생성된 치료점 2, 이어서, 섹터 E(섹터 104_3)에 의해 생성된 치료점 3기타 등등, 각 치료점이 생성되는 순차순서를 표시하는, 1 내지 12의 라벨이 붙여진다.

[0299] 또한, 도 22c는 장치(10)가 주사 방향에 실질적으로 수직인 방향으로 타겟 구역 위에 글라이딩한다(예, 장치(10)가 글라이딩 모드에서 작동한다)고 가정하고, 요소(100')의 일 완전 회전(즉, 입력 빔(110)의 일 주사)에 의해 전달된 치료점들의 순차순서를 도시한다. 위에서 보여진 바와 같이, 치료점들에는 다시, 섹터 A(섹터 104_1)에 의해 생성된 치료점 1에서 시작하여, 이어서 섹터 C(섹터 104_2)에 의해 생성된 치료점 2, 이어서, 섹터 E(섹터 104_3)에 의해 생성된 치료점 3 기타 등등, 각 치료점이 생성되는 순차순서를 표시하는, 1 내지 15의 라벨이 붙여진다. 그래서, 요소(100')의 각 주사는 치료점들의 비선형, 의사-랜덤 패턴을 생성한다. 일부 실시예들 또는 적용예들에서, 비 선형 주사 패턴을 장치(10)의 글라이딩 모드에서 반복하는 것은 선형 주사 패턴(예, 도 21에 보여진 패턴)에 의해 생성된 것보다 더 균일하고 또는 다른 바람직한 어레이를 제공할 수 있다(예를 들면, 덜 통증 또는 치료점들 아래에 있는 미세 열 구역들(micro-thermal zones:MTZs)사이의 덜 열적 상호작용을 생성한다). 다른 실시예들 또는 적용예들에서, 선형 주사 패턴을 글라이딩 모드로 반복하는 것은 비선형 주사 패턴에 의해 생성된 것 보다 치료점들의 더 균일하고 또는 다른 바람직한 어레이를 제공할 수 있다.

[0300] 도 21과 도 26에 보여진 구성들 및 그에 따른 치료점 패턴들은 단지 예들이고, 그 빔 주사 요소(100)는 임의의 다른 원하는 순차 순서로 치료점들을 생성하도록 구성될 수 있다는 점을 이해해야 할 것이다. 또한, 요소(100)는 요소(100)의 회전 당 임의의 다른 수(12보다 많거나 또는 적은)의 치료점들을 생성하기 위한 임의의 다른 수(12보다 많거나 또는 적은)의 섹터들을 가질 수 있다. 또한, 요소(100)는 임의의 적합한 방식으로 제조될 수 있다. 예를 들면, 요소(100)는 단일, 일체 요소로서 형성될 수 있다. 또 하나의 예로서, 각각의 섹터들(104)은 분리하여 형성되고 요소(100)를 형성하기 위해 서로에 고정될 수 있다. 추가 예로서, 요소(100)는 사출 성형, 연삭, 기계가공, 전기주조, 및 폴리싱, 도금, 또는 코팅 등의 2차 공정들을 추가로 포함하거나 또는 포함하지 않는 많은 공지된 제조방법들에 의해 제조될 수 있다는 점을 당업자는 이해해야 할 것이다.

[0301] 요소(100)에 의해 생성된 기타 예시적 치료점 패턴들

[0302] 빔 주사 요소(100)에 의해 생성된 치료점의 순차순서에 더하여, 요소(100)의 각 회전(즉, 입력 빔(110)의 각 주사)에 의해 생성된 치료점들(70)의 열들의 수는 요소(100)의 구성에 기초하여 변할 수 있다. 예를 들면, 요소(100)는 아래에 설명한 바와 같이, "단일-주사-방향, 단일-열 주사", "단일-주사-방향, 멀티-열 주사", 또는 "멀티-주사-방향, 멀티-열 주사"를 제공하도록 구성될 수 있다.

[0303] 1.단일-주사 방향, 단일-열 주사

[0304] 도 23a-23b는 순서 (104_1, 104_2, 104_3 … 104_{12})로 배열된 12개의 섹터들(104_1-104_{12})을 포함하는 단일-주사-방향,

단일-열 주사 요소(100)에 의해 생성된 예시적인 방사선 패턴들을 도시한다. 섹터들(104_1-104_{12})은 치료점들이 단일 열로, 열의 방향에 따른 순서(즉, 각 새로운 치료점은 앞선 치료점에 인접하다)로 생성되도록 구성된다. 계단 형상 주사 요소(100C)에 대하여, 반사 섹터들(104C)이 요소(100C)의 주위 둘레에 단일 일련의 연속성 상승 계단들로서 배열되는 단일-주사 방향, 단일-열 주사가 제공될 수 있다.

[0305] 도 23a는 생성된 치료점들(1-12) 및 각 치료점을 생성하는 섹터(104_1-104_{12})의 순차 순서를 표시하는 것뿐만 아니라, 장치(10)가 피부(40)에 대하여 부동이라면, 요소(100)의 일 완전 회전(즉, 입력 빔(110)의 일 주사) 동안에 피부(40)에 형성된 치료점 패턴을 도시한다. 도 23b는 주사 및 주사 방향에 일반적으로 수직인 글라이드 방향으로의 방사선 전달 과정 동안에 피부(40)를 가로질러 비교적 일정한 속력으로 장치(10)가 이동한다면 피부(40)에 형성되는 치료점 패턴을 도시한다. 도 23b는 생성된 치료점들(1-16)의 순차 순서 및 각 치료점을 생성하는 섹터(104_1-104_{12})를 표시하는 것뿐만 아니라, 요소(100)의 일 회전에 의해 생성된 "주사 1"로서 표시된, 제1 주사를 보여지며 또한 "주사 1"로서 표시된, 제2 주사의 제1 네 점들을 표시한다.

[0306] 보여진 바와 같이, 완전 주사(즉, 요소(100)의 완전 회전)는 치료점들의 일 열을 생성한다. 그래서, 이러한 패턴들은 여기서 "단일-주사-방향, 단일-열 주사 패턴들"로 지칭된다. 치료점들의 2 차원 어레이는 장치(10)가 피부(40)를 가로질러 물리적으로 이동되는 동안에, 단일-주사-방향, 단일-열 주사 패턴을 (연속적으로 또는 비연속적으로) 반복함으로써 피부에 생성될 수 있다.

[0307] 2.단일-주사-방향, 멀티-열 주사

[0308] 도 24a-24b는 순서(104_1, 104_2, 104_3 … 104_{12})로 배열된 12개의 섹터들(104_1-104_{12})을 포함하는 단일-주사-방향, 멀티-열 주사 요소(100)에 의해 생성된 예시적인 방사선 패턴들을 도시한다. 섹터들(104_1-104_{12})은 치료점들이 단일 열로 생성되지만, 그열의 방향을 따른 순서가 뒤바뀌도록 구성된다. 도 24a는 생성된 치료점들(1-12)의 순차 순서 및 각 치료점을 생성하는 섹터(104_1-104_{12})를 표시하는 것뿐만 아니라, 장치(10)가 피부(40)에 대하여 부동으로 유지된다면 요소(100)의 일 회전동안에 피부(40)에 형성된 치료점 패턴을 도시한다.

[0309] 도 24b는 주사 및 주사 방향에 일반적으로 수직인 글라이드 방향으로의 방사선 전달 과정 동안에 피부(40)를 가로질러 비교적 일정한 속력으로 장치(10)가 이동한다면 피부(40)에 형성되는 치료점 패턴을 도시한다. 도시된 바와 같이, 완전 주사(즉, 요소(100)의 완전 회전)는 치료점들의 두 열들을 필수적으로 생성하며, 하나는 섹터들(104_1-104_6)에 대응하고, 하나는 섹터들(104_7-104_{12})에 대응한다.

[0310] 그래서, 도 24b는 생성된 치료점들(1-15)의 순차순서 및 각 치료점을 생성하는 섹터(104_1-104_{12})를 표시하는 것뿐만 아니라, 요소(100)의 일 회전에 의해 생성된 "주사 1"로서 표시된 제1 주사 및 "주사 2"로서 표시된 제2 주사의 제1 세점들을 보여준다. 제1 주사는 순차 주사 섹터들(104_1-104_6)에 의해 생성된 제1 열 및 이어서 순차 주사 섹터들(104_7-104_{12})에 의해 생성된 제2 열을 포함한다. 이 방식으로, 멀티-열 주사 패턴은 단일-주사-방향 스캐너(예, 단일-주사-방향 주사 요소(100))를 사용하여 생성될 수 있다. 이러한 패턴들은 여기서는 "단일-주사-방향, 멀티-열 주사 패턴들"이라 지칭된다.

[0311] 단일-주사-방향, 멀티-열 주사 패턴들은 유사하게 생성될 수 있는 임의의 기타 수의 열들(즉, 2 보다 많은)을 가진다. 예를 들면, 요소(100)는 섹터들(104_1-104_4)이 제1 열, 섹터들(104_5-104_8)이 제2 열, 및 섹터들(104_9-104_{12}) 이 제3 열을 생성하도록 구성된 12 섹터들(104_1-104_{12})을 포함할 수 있다. 그래서, 섹터들은 다음의 순서로 요소(100)의 둘레에 배열될 수 있다: 104_1, 104_5, 104_9, 104_2, 104_6, 104_{10}, 104_3, 104_7, 104_{11}, 104_4, 104_8, 104_{12}.

[0312] 또한, 장치(10)가 피부(40)를 가로질러 물리적으로 이동되는 동안에 이러한 단일-주사-방향, 멀티-열 주사 패턴들을 반복함으로써(연속적으로 또는 비연속적으로) 피부(40)에 치료점들의 더 큰 2차원 어레이가 생성될 수 있다.

[0313] 계단 형상 주사 요소(100C)에 대하여, 단일-주사-방향, 멀티-열 주사가 반사 섹터들(104C)을 요소(100C)의 주위 둘레에 연속 상승 계단들의 다중 그룹들로 배열함으로써 제공될 수 있으며, 연속 상승 계단들의 각 그룹은 글라이딩 작동 동안에 치료점들의 열을 생성한다. 예를 들면, 도 24b에 보여진 예시적인 패턴을 생성하기 위하여, 요소(100C) 의 주위 둘레에 순서(104_1-104_{12})로 배열된 12개의 반사 섹터들을 갖는 계단 형상 주사 요소(100C)는

연속적 상승 계단들의 두 그룹들로 이루어질 수 있다. 섹터들(104_1-104_6)은 상승 계단들의 제1 세트(점들의 제1 열을 생성하는)를 정의하며, 섹터들(104_7-104_{12})은 상승 계단들의 제2 세트(점들의 제2 열을 생성하는)를 정의한다. 도 17a-17b에 보여진 계단 형상 주사 요소(100C)의 실시예는 이러한 구성의 예를 도시한다.

[0314] 다른 실시예들에서, 단일-주사-방향 회전요소는 예를 들어, 섹터들(104)의 수 및 배치에 기초하여, 주사 방향을 따라 임의의 다른 순차 순서로 빔을 전달하도록 다르게 구성될 수 있다. 또한, 이러한 단일-주사-방향 방사선 패턴들중 임의의 패턴은 장치(10)가 치료점들의 더 큰 2차원 어레이를 형성하기 위하여 피부(40)를 가로질러 이동되는 동안에 (연속적으로 또는 비연속적으로) 반복될 수 있다.

[0315] 3.멀티-주사-방향 주사

[0316] 다른 실시예들에서, 멀티-주사-방향 회전요소(100)가 사용된다. 멀티-주사-방향 회전요소(100)는 단일 주사(즉, 회전요소(100)의 단일 회전)에 의해 생성된 치료점들이, 장치(10)가 주사 동안에 부동의 상태로 유지될 때조차도, 단일 선형 열로 정렬되지 않도록, 입력 빔(110)을 다중 방향들로 주사한다. 예를 들면, 멀티-주사-방향 회전요소(100)는 주사요소의 단일 회전시 치료점들의 다중 오프셋 열들을 생성하도록 구성될 수 있다. 이러한 결과로 생긴 패턴들은 여기서 "멀티-주사-방향, 멀티-열 주사 패턴들"로서 지칭된다. 주사 동안에 장치(10)를 피부(40)를 가로질러 이동시킴으로써 다중 열들을 단일 주사로 형성하도록 구성된 단일-주사-방향 요소(100)와 대조적으로, 멀티-주사-방향 회전요소(100)는 장치(10)가 주사동안에 피부(40)를 가로질러 이동되는지에 관계없이, 빔 주사 그 자체의 결과로서 다중 열들을 단일 주사로 형성할 수 있다. 예를 들면, 멀티-주사-방향 회전요소(100)의 단일 주사는 치료점들의 다중 열들을 형성할 수 있으며, 여기서 각 열은 주요 주사 방향으로 주사되고, 이 열들은 주요 주사 방향에 직교하는 이차 주사 방향으로 서로 오프셋되어 있다(예, 아래에 설명된 도 29a및 도 29b에 보여진 바와 같이).

[0317] 일부 실시예들에서, 멀티-주사-방향 회전요소들(100)이 섹터들(104)의 다중 서브 세트들을 포함하며, 각각은 장치(10)가 주사 동안에 피부(40)를 가로질러 이동되는지에 무관하게, 치료점들의 각각 다른 열을 생성하도록 구성된다. 예를 들면, (장치(10)가 부동으로 유지되는 동안에) 치료점들의 세 열들을 생성하기 위한 요소(100)는 치료점들의 제1 열을 생성하도록 구성된 섹터들(104_1-104_n)의 제1 세트, 치료점들의 제2 열을 생성하도록 구성된 섹터들(104_{n+1}-104_{2n})의 제2 세트 및 치료점들의 제3 열을 생성하도록 구성된 섹터들(104_{2n+1}-104_{3n})의 제3 세트를 포함할 수 있다.

[0318] 섹터들(104)이 소형 렌즈들(예, 요소(100A 또는 100B))인 실시예들에서, 입력 빔(110)을 편향시켜 이차 주사 방향으로 서로 오프셋된 출력 빔들(112)의 열들을 형성하도록 소형 렌즈들이 형상화되고 또는 정렬될 수 있다. 계단 형상의 요소(100C)의 실시예들은 반사 섹터들의 다중 세트들을 포함하며, 각 세트는 서로 평행하지만 반사 섹터들(104)의 다른 세트(들)의 반사 표면들(106)로부터 각도면에서 오프셋된 반사 표면들(106)을 가진다. 그래서, 섹터들(106)의 각 세트는 서로 오프셋된 치료점들의 분리된 열을 생성할 수 있다. 예가 도 29a-29b를 참고하여 아래에 설명된다. 이러한 멀티-주사-방향 회전요소(100)의 섹터들(104)은 단일 주사 동안에 치료점들의 임의의 적합한 수의 열들을 생성하기 위하여, 임의의 적합한 수의 세트들로 구성될 수 있다.

[0319] 도 25a-25b는 멀티-주사-방향 주사 요소(100)를 사용하여 생성된 예시적인 멀티-주사 방향, 멀티-열 주사 패턴들을 도시한다. 도 25a는 생성된 치료점들(1-12)의 순차 순서 및 각 치료점을 생성하는 섹터($104(104_1$-$104_{12})$)를 표시하는 것뿐만 아니라, 장치(10)가 피부(40)에 대한 부동상태로 유지되는 경우에, 위에 설명된 예시적 멀티-주사 방향 주사 요소(100)의 일 회전 동안에 피부(40)에 형성된 치료점 패턴을 도시한다.

[0320] 도 25b는 주사 및 주사 방향에 일반적으로 수직인 글라이드 방향으로의 방사선 전달 과정 동안에 장치(10)가 피부(40)를 가로질러 일정한 속력으로 이동된다면 예시적인 멀티-주사-방향 주사 요소(100)에 의해 형성된 치료점 패턴을 도시한다. 보여진 바와 같이, 각 완전 주사(즉, 요소(100)의 완전 회전)는 치료점들의 두 열들을 필수적으로 생성하며, 하나는 섹터들의 두 세트(104_1-104_6 및 104_7-104_{12}) 의 각각에 대응한다. 그래서, 도 25b는, 생성된 치료점들(1-24)의 순차 순서 및 각 치료점을 생성하는 섹터(104 (104_1-104_{12}))를 표시할 뿐만 아니라, 요소(100)의 일 회전에 의해 생성된 "주사 1"로서 표시된, 완전 제1 주사 및 "주사 2"로서 표시된, 완전 제2 주사를 보여준다. 상기 두 완전 주사들의 각각은 순차적인 주사 섹터들(104_1-104_6)에 의해 생성된 제1열 및 이어서 순차적인 주사 섹터들(104_7-104_{12})에 의해 생성된 제2 열을 포함한다.

[0321] 멀티-주사-방향 주사 요소(100)는 임의의 적합한 방식으로 구성될 수 있다. 예를 들면, 계단 형상 주사

요소(예, 요소(100C))는 멀티-주사-방향 주사에 적합하도록 구성된다. 이러한 주사 요소는 도 17a-17b에 보여진 계단 형상 주사 요소(100C)와 유사할 수 있지만, 여기서 섹터들의 두 세트(104_1-104_6 및 104_7-104_{12})는 장치(10)가 피부(40)에 대한 부동 상태로 유지되었을 때도, 단일 주사(즉, 요소(100)의 단일 회전) 동안에 치료점들의 두 오프셋 열들을 생성하도록 구성된다. 도 17a-17b에 보여진 주사 요소(100)와 마찬가지로, 예시적인 멀티-주사-방향 주사요소(100) 섹터들의 각 세트(104_1-104_6 및 104_7-104_{12})는 6개의 연속성 상승 계단들의 일 그룹을 정의한다. 그러나, 모든 12개의 반사 표면들(106)이 서로 평행한 도 17a-17b의 주사 요소(100C)와 달리, 멀티-주사-방향 주사 요소(100)에 있어서 섹터들(104_1-104_6)의 반사표면들(106_1-106_6)은 섹터들(104_7-104_{12})의 반사표면들(106_7-106_{12})로부터 각도면에서 오프셋되어 있다(즉, 상기 반사 표면들에 평행하지 않다) 달리 말하면, 섹터들(104_1-104_6)의 반사표면들(106_1-106_6)은 서로 평행하며, 섹터들(104_7-104_{12})의 반사표면들(106_7-106_{12})은 서로 평행하지만 상기 두 세트들은 각도적으로 서로 오프셋되어 있다. 그래서, 반사 표면들(106_1-106_6)은 6개의 치료점들의 제1 열을 생성하고 반사 표면들(106_7-106_{12})은 6개의 치료점들의 제2 열을 생성하고, 제1 열로부터 오프셋되어 있다.

[0322] 다른 실시예들에서, 멀티-주사-방향 회전 요소는, 피부(40)에 치료점들의 원하는 2차원 어레이를 형성하기 위하여, 예를 들면 섹터들(104)의 세트들의 수 및 배열에 기초하여, 주사 방향에 따라 임의의 다른 순차 순서로 빔들을 전달하도록 달리 구성될 수 있다. 또한, 이러한 멀티-주사-방향 방사선 패턴들중 임의의 것이, 치료점들의 더 큰 2차원 어레이를 형성하기 위하여 예를 들면 도 25b를 참고하여 위에서 설명된 바와 같이, 장치(10)가 피부(40)를 가로질러 이동되면서, (연속적으로 또는 비연속적으로) 반복될 수 있다.

[0323] "일정한 편향" 및 "시프트 편향" 섹터들

[0324] 위에서 설명된 요소(100) 및 섹터들(104)의 다양한 양상들에 더하여, 일부 실시예들에서, 각각의 섹터들(104)은, 그 섹터(104)가 입력 빔(110)을 헤치고 회전할 때, 일정한 편향(실시예에따라 각도면에서 또는 평행이동적) 또는 가변성(variable) 또는 "시프트" 편향을 갖는 출력 빔들(112)을 생성하도록 구성될 수 있다.

[0325] 요소(100)(예, 요소(100A, 100B 또는 100C)의 각 섹터(104)(또는 섹터들(104)중 적어도 일부)는 "일정한 각 편향" 섹터일 수 있고, 이 섹터는, 입력 빔(110)에 대한 출력 빔(112)의 각 편향이 이 섹터(104)가 입력 빔(110)을 헤치고 회전할 때 일정하거나 또는 실질적으로 일정하게 유지되도록 입력 빔(110)을 편향시키는 섹터로서 정의된다. 달리 말하면, 각 출력 빔(112)의 각 방향은, 각 대응하는 섹터(104)가 입력 빔(110)을 헤치고 회전하는 시간 동안에, 입력 빔(110)에 대하여(및 장치(10)의 구조물에 대하여) 일정하거나 또는 실질적으로 일정하게 유지된다. 요소(100)의 일부 실시예들(예, 투과 요소들(110A 및 110B) 및 계단 형상의 반사요소(100C))은 서로 각각 다른 일정한 각도들에서 전파되는 일정한 각 편향 출력 빔들(112)의 어레이를 생성한다. 요소(100)의 다른 실시예들(예, 계단형상의 반사 요소(100C)의 특정 다른 실시예들)은 서로 평행이동적으로 오프셋되었지만 동일한 각 방향(즉, 출력 빔들(112)은 서로 평행하다)으로 전파하는 일정한 각 편향 출력 빔들(112)의 어레이를 생성한다.

[0326] 그래서, 일정한 각 편향 섹터들(104)을 가지고, 장치(10)가 사용자의 피부에 대하여 부동의 상태로 유지된다면, 요소의 각각의 섹터(104)에 의해 생성된 각 출력 빔(112)은 피부(40)에 (각각 다른) 특정 점에 머문다. 그래서, 장치(10)가 사용자의 피부에 대하여 부동의 상태에 유지된다면, 상기 복수의 일정한 각 편향 섹터들(104)은 피부(40)에 순차적으로-전달된 일련의 부동의 또는 실질적으로 부동의 치료점들(70)을 제공하며, 각각의 부동의 또는 실질적으로 부동의 치료점(70)은 일정한 각 편향 섹터들(104)중 하나에 대응한다.

[0327] 그러나, 위에서 설명된 바와 같이, 적어도 일부 실시예들 또는 동작 모드들에서, 장치(10)는 피부를 가로질러 글라이딩되는 면도기와 유사한 방식으로, 동작 동안에 피부의 표면을 가로질러 글라이딩되도록 설계된다. 그래서, 일정한 각 편향 섹터들(104)를 갖는 시스템에서, 각 출력 빔(112)은 각 치료점이 피부에 대하여 이동하여, 그 결과 글라이딩의 방향에서 늘어나기, "되묻음" 또는 "흔들림"을 일으키도록, 장치(10)가 피부를 가로질러 글라이딩될 때, 피부에 대하여 이동한다. 그러나, 각각의 치료점들의 이 되묻음에도 불구하고, 충분한 열에너지가 적어도 작동매개변수들의 범위내에서, 피부(40)에 원하는 영향을 제공하도록 부피당 전달에너지에 근거하여 치료점들에 제공될 수 있다. 예를 들면, 원하는 효과가 장치(10)가 극히 빠르게 피부를 가로질러 글라이딩하지 않는 한, 제공될 수 있다. 또한, 선택된 설계 및/또는 동작 매개변수들(예, 점 크기 및/또는 형상, 빔 세기, 전달 출력 빔들의 플루엔스 및/또는 세기 프로파일, 펄스 지속시간 및/또는 주파수, 회전요소(100)의 회전속력, 등)의 함수로서, 방사선 조사된 또는 영향받은 조직의 부피 당 전달 에너지의 원하는 레벨을 얻는데 약간의 양의

되묻음이 실제적으로 유익할 수 있다. 그래서, 특정 실시예들, 장치(10)의 설정들 또는 사용들에서, "일정한 각 편향" 섹터들이 원하는 치료 효과들을 얻는데 사용될 수 있다.

[0328] 일부 실시예들에서, 글라이딩에 의해 생긴 되묻음은 부분적으로 또는 일반적으로 보상될 수 있다. 예를 들면, 섹터들(104)은 (a) (되묻음이 없는) 비-글라이드 방향에서 부동의 또는 실질적으로 부동이도록 그리고 (b) 글라이드 방향에서 글라이딩과 동일한 율 또는 거의 동일한 율로 (일반적으로 되묻음이 있는) 빔을 이동시켜, 되묻음을 보상하거나 또는 부분적으로 보상하도록, 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 되묻음 보상이 유효하도록 글라이딩 율이 예정된 범위들내에 있다는 것을 확실히 하기 위하여, 글라이드 율(rate) 센서는 사용자 또는 장치에 피드백을 제공할 수 있다.

[0329] 도 26a 및 도 26b는 "일정한 각 편향" 섹터들(104)을 갖는 요소(100)에 의해 장치(10)의 스탬핑 모드 및 글라이딩 모드 동작에서 각각 생성된 예시적 치료점 패턴들을 도시한다. 이 예에서, 피부에 전달된 각 출력 빔(112)은 원형 횡단면을 갖는다고 가정한다.

[0330] 도 26a는 장치(10)가 피부에 대하여 부동의 상태로 유지되는 동안에(예, 장치(10)가 스탬핑 모드에서 작동되는 상태에서) "일정한 각 편향" 섹터들(104)을 갖는 요소(100)에 의해 생성된 3개의 치료점들(70)의 열을 도시한다. 각 출력 빔(112)은, 결과적으로 생긴 각 치료점이 각각의 출력 빔(112)의 원형 (횡)단면에 대응하는 원형 형상을 갖도록, 대응하는 일정한 각 편향 섹터(104)가 입력 빔(110)을 헤치고 회전할 때, 피부위에 부동으로 또는 실질적으로 부동으로 머문다.

[0331] 도 26b는 장치(10)이 피부의 표면을 가로질러 이동되는 동안에(예, 장치(10)가 수동 글라이딩 모드로 작동되는 상태에서)"일정한 각 편향"섹터들(104)을 갖는 요소(100)에 의해 생성된 3개의 치료점들(70)의 열을 도시한다. 보여진 바와 같이, 각 치료점은 길쭉하거나 또는 되묻음되고, 각 출력 빔(112)이 피부에 전달되는 동안에, 피부를 가로질러 글라이드 방향으로 약간의 거리 X를 이동하는 각 출력 빔(112)의 원형 횡단면에 대응한다. 각 치료점(70)의 길이 L의 폭 W에 대한 비는, 다양한 인자들, 예를 들면 피부를 가로지르는 장치(10)의 글라이드 율, 점 크기 및/또는 형상, 빔 펄스 지속시간 등의 함수이다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 이러한 인자들은 조직에 원하는 효과를 제공하도록, 예정된 형상 또는 크기의(또는 예정된 범위의 형상들 또는 크기들 내의) 치료점들을 제공하기 위하여 선택되거나 또는 조정될 수 있다.

[0332] 다른 실시예들에서, 각 섹터(104)(또는 섹터들(104)의 적어도 일부)는 "시프트 편향" 섹터일 수 있으며, 이 섹터는, 그 대응하는 섹터(104)가 입력 빔(110)을 헤치고 회전할 때 적어도 한 방향(예, 주사 방향)에서 각도면에서, 평행이동적으로 또는 둘 모두, 출력 빔(112)의 입력 빔(110)에 대한 편향이 변하거나 또는 "시프트" 되도록 입력 빔(110)을 편향시키는 섹터로서 정의된다.

[0333] "시프트 편향" 섹터들은 특정 실시예들에서, 선택된 설계 및/또는 동작 매개변수들(예, 빔 폭, 세기, 전달 출력 빔들의 플루엔스 및/또는 세기 프로파일, 펄스 지속시간 및/또는 주파수, 회전요소(100)의 회전속력, 등)의 함수로서, 방사선 조사된 또는 영향받은 조직의 부피 당 전달 에너지의 원하는 레벨을 얻는데 사용될 수 있다. 그래서, 특정 실시예들에서, 시프트 편향 섹터들은 원하는 치료 효과들을 얻는데 사용될 수 있다.

[0334] 시프트 편향 섹터들은 각각의 출력 빔들(112)의 편향을 바로 주사 방향으로 또는 (시프트 방향이 주사 방향에 따른 일 벡터성분과 글라이드 방향에 따른 또 하나의 벡터성분을 갖도록) 주사 방향과 글라이드 방향 사이의 방향으로 또는 글라이드 방향으로 시프트시키도록 구성될 수 있다.

[0335] 도 27a 및 도 27b는 장치(10)의 스탬핑 모드와 글라이딩 모드 동작에서 각각 "시프트 편향" 섹터들(104)을 갖는 요소(100)에 의해 발생된 예시적인 치료점 패턴들을 도시한다. 이 예에서, 피부에 전달된 각 출력 빔(112)이 원형 횡단면을 갖는다고 다시 가정한다.

[0336] 도 27a는 장치(10)가 피부에 대하여 부동의 상태로 유지되는 동안에(예, 장치(10)가 스탬핑 모드에서 작동되는 상태에서), "시프트 편향" 섹터들(104)을 갖는 요소(100)에 의해 생성된 3개의 치료점들(70)의 열을 도시한다. 장치(10)가 부동의 상태에 유지되지만, 각 MTZ는 각각의 섹터(104)의 특정 형상/구성에 의해 생긴 시프트 편향으로 인해 거리 Y 에 걸쳐 시프트 방향으로 길쭉하다. 달리 말하면, 일부 실시예들에서, "시프트 편향" 섹터들(104)은 입사 빔을 헤치고 섹터들의 회전 동안에 점에 머무는 대신에 짧은 선 세그먼트 또는 호를 그린다. 도 27a를 참고하여, 일부 실시예들에서, 섹터 광학물품에 의한(피부에 대한 장치(10)의 임의의 이동과 별개로, 예를 들면, 글라이딩으로 인한) 시프트의 거리 Y는 (a) 피부에 수광된 출력 빔(112)의 폭 W보다 크거나 또는 폭 W와 동일하지만, (b) 주사 방향에서 인접한 치료점들 사이의 분리거리 S보다 작거나 또는 분리거리 S와 동일하다. 특정 실시예들에서, 섹터 광학물품으로 인한 시프트의 거리 Y는 (a) 출력 빔(112)의 폭 W보다 더 크

거나 또는 동일하지만, (b) 주사 방향에서 인접한 치료점들 사이의 분리 거리 S의 75% 보다 작거나 또는 동일하다.

[0337] 또한, 요소(100)(예, 아래에 설명된 예시적 요소들(100A 및 100B)가 서로 각도면에서 오프셋된 출력 빔들(112)을 생성하는 일부 실시예들에서, 입력 빔(110)을 헤치고 특정 섹터(104)의 회전 동안의 특정 시간 구간에, 그 섹터(104)에 의해 생긴 출력 빔(112)의 각도 시프트(장치(10)의 이동으로 인한 임의의 각도 시프트, 등을 제외하고)는 그 동일한 시간 구간 동안의 요소(100)의 회전 각도 보다 적다. 더 간단한 조건들에서, 섹터(104)에 의해 생긴 빔의 각도 시프트는 특정 시간 구간동안에, 요소(100)의 대응하는 각도 회전보다 적다. 일부 실시예들에서, 섹터(104)에 의해 생긴 빔의 각도 시프트는 특정 시간 구간 동안에 요소(100)의 대응하는 각도 회전보다 훨씬 적다. 예를 들면, 일부 실시예들에서, 섹터(104)에 의해 생긴 빔의 각도 시프트는 특정 시간 구간 동안에 요소(100)의 대응하는 각도 회전보다 적어도 50% 더 적다. 특정 실시예들에서, 섹터(104)에 의해 생긴 빔의 각도 시프트는 특정 시간 구간 동안에, 요소(100)의 대응하는 각도 회전보다 적어도 75% 더 적다.

[0338] 도 27b는 장치(10)가 피부의 표면을 가로질러 이동되는 동안에(예, 장치(10)가 글라이딩 모드에서 작동되는 상태에서), "시프트 편향" 섹터들(104)을 갖는 요소(100)에 의해 생성된 3개의 치료점들(70)의 열을 도시한다. 보여진 바와 같이, 각 치료점은 편향 시프트 방향(거리 Y만큼)과 글라이드 방향(거리 X) 둘 모두로 동시에 길쭉하여, 일반적으로 대각선 늘어나기를 초래한다. 일부 실시예들에서, 이러한 인자들의 하나 이상은 조직에서 원하는 효과를 제공하도록 결정된 예정 형상 또는 크기(또는 예정된 범위의 형상 또는 크기 내의)의 치료점들을 생성하기 위하여 선택되거나 또는 조절될 수 있다.

[0339] 도 27a 및 도 27b에 보여진 예에서, 시프트 방향(예, 섹터들에 의한 편향 시프트의 방향)은 주사방향에 있다. 그러나, 시프트 방향은 임의의 적합한 방향, 예를 들어, 글라이드 방향 또는 임의의 기타 각도 방향에 있을 수 있다. 또한, 시프트 방향은 도 27a 및 27b에 보여진 예에서와 같이, 선형이거나 또는 비 선형(예, 호 또는 다른 비 선형 경로를 그리는 비선형)일 수 있다.

[0340] 방사선 모드들

[0341] 방사선 소스(14)는 시간에 대한 임의의 적합한 방식으로 방사선, 예를 들면 연속파(CW) 방사선, 펄스 방사선을 생성하거나, 시간에 대한 임의의 기타 방식으로 방사선을 생성할 수 있다. 복수의 반사 또는 편향 섹터들(예, 복수의 빔-편향 소형 렌즈들을 갖는 회전요소들(100A 또는 100B) 또는 복수의 빔-반사 섹터들을 갖는 회전요소(100C))을 포함하는 회전 주사 요소(100)를 포함하는 실시예들에 대하여, 하기 모드들(및/또는 아래에 커버되지 않은 하나 이상의 다른 모드들)중 임의의 하나이상에 따라, 특정 실시예들, 장치(10)의 장치 구성 또는 장치 설정에 따라서, 방사선이 방사선 소스(14)로부터 주사 시스템(48)으로 전달될 수 있다.

[0342] 도 28a-28f는 4개의 편향 소형 렌즈들(104A/104B)을 갖는 예시적인 원판-형상 또는 컵 형상 회전 요소(100A/100B)에 대하여 다양한 방사선 모드들을 도시한다. 도 29a-29f는 4개의 반사 섹터들(104C)을 갖는 예시적인 계단 형상 회전 요소(100C)에 대하여 다양한 방사선 모드들을 도시한다.

[0343] (1) "연속" 방사선 모드 (도 28a 및 29a): 방사선 소스(14)로부터의 방사선이 회전 주사요소(100)의 일 완전 회전(즉, 360도의 회전)과 동일하거나 또는 초과하는 지속시간 동안에 주사 시스템(48)으로의 차단 없이 전달된다. 이러한 방사선은 CW 방사선으로서(방사선이 요소(100)의 임의의 수의 다중 회전들 동안에 연속적으로 전달되도록) 또는 펄스 방사선으로서(예, 각 펄스의 펄스 지속시간은 요소(100)의 일 완전 회전에 대응하며, 펄스-오프 기간이 이러한 펄스들 사이에 있다) 생성될 수 있다.

[0344] (2) "인터-섹터 롱거 펄스(Inter-sector longer pulsed)" 방사선 모드(도 28b 및 29b):

[0345] 펄스 방사선은:

[0346] (a) 각각의 펄스들의 지속시간이 (i) 기준점(즉, 360도의 회전 주사요소(100)의 섹터들(104)의 수)을 거쳐서 회전하는 회전 주사요소(100)의 각각의 섹터들(104)의 평균 지속시간보다 크거나 또는 동일하지만 (ii) 회전 주사요소(100)의 일 완전 회전(즉, 360도의 회전)의 지속시간 보다 적고, 그리고

[0347] (a) 각각의 펄스들이 회전 주사요소(100)의 다중 섹터들(104)에 입사하도록, 즉 각각의 펄스들이 인접한 섹터들(104) 사이의 적어도 하나의 분리 또는 전이부를 메우도록,

[0348] 주사시스템(48)에 전달된다.

[0349] (3) "인터-섹터 쇼터 펄스(Inter-sector shorter pulsed)" 방사선 모드(도 28c 및 29c):

[0350] 펄스 방사선은:

[0351] (a) 각각의 펄스들의 지속시간이 기준점(즉, 360도의 회전 주사요소(100)의 섹터들(104)의 수)을 거쳐서 회전하는 회전 주사요소(100)의 각각의 섹터들(104)의 평균 지속시간보다 적고, 그리고

[0352] (b) 각각의 펄스들이 회전 주사요소(100)의 다중 섹터들(104)에 입사하도록; 즉 각각의 펄스들이 인접한 섹터들(104) 사이의 적어도 하나의 분리 또는 전이부를 메우도록,

[0353] 주사시스템(48)에 전달된다.

[0354] (4) "인트라-섹터 단일 펄스(intra-sector single pulsed)" 방사선 모드 (도 28d 및 도29d):

[0355] 펄스 방사선은:

[0356] (a) 각각의 펄스들이 회전 주사요소(100)의 단지 하나의 반사/편향 섹터에 입사되고; 즉, 각각의 펄스들은 인접한 섹터들(104) 사이의 분리들 또는 전이부들을 메우지 않고, 그리고

[0357] (b)단일 펄스는 회전 주사요소(100)의 회전동안에 각각의 섹터들(104)에 전달되도록,

[0358] 주사시스템(48)에 전달된다.

[0359] (5) "인트라-섹터 일정한 멀티-펄스" 방사선 모드(도 28e 및 도 29e):

[0360] 방사선 소스(14)로부터의 방사선은:

[0361] (a) 다중 펄스들이 회전 주사요소(100)의 회전동안에 각각의 섹터들(104)에 전달되고, 그리고

[0362] (b) 펄스 주파수가 회전 주사요소(100)의 회전동안에 일정하게 유지되도록, 펄스 방식으로 주사시스템(48)에 전달된다.

[0363] (6) "인트라-섹터 일정치 않은 멀티-펄스" 방사선 모드 (도 28f 및 도 29f): 펄스 방사선은:

[0364] (a) 다중 펄스들이 회전 주사요소(100)의 회전 동안에 각각의 섹터들(104)에 전달되고, 그리고

[0365] (b) 펄스 주파수는 회전 주사요소(100)의 회전동안에 일정하지 않도록, 주사 시스템(48)에 전달된다.

[0366] 위에 설명된 바와 같이, 도 28a-28f는 4개의 편향 소형 렌즈들(104A/104B)을 갖는 예시적인 원판-형상 또는 컵 형상 회전요소(100A/100B)에 대하여 다양한 모드들을 도시한다.

[0367] 도 28a는 회전축 A을 따라 본, 예시적 원판-형상 주사요소(100A) 또는 컵 형상 주사요소(100B)의 정면도이며, 여기서 방사선은 예시적 실시예에 따라 "연속" 방사선 모드에 따라 주사시스템(48)에 전달된다. 보여진 바와 같이, 회전요소(100A/100B)에 입사된 방사선 빔은 요소(100A/100B)가 완전회전할 때 요소(100A/100B)의 전체 원주 둘레로 연장하는 경로(230)을 그린다.

[0368] 도 28b는 예시적 원판-형상 주사요소(100A) 또는 컵 형상 주사요소(100B)의 정면도이며, 여기서 방사선은 예시적 실시예에 따라, "인터-섹터 롱거 펄스" 방사선 모드에 따라 주사시스템(48)에 전달된다. 보여진 바와 같이, 회전 요소(100A/100B)에 입사된 방사선 빔은 요소(100A/100B)의 완전 회전동안에 2 펄스들(232A 및 232C)로 전달되며, 각 펄스(232A 및 232C)는 각 소형 렌즈(104_1-104_4)의 대응하는 호 길이 보다 더 긴 경로를 그린다. (또는, 달리 말하면, 각 펄스(232A 및 232C)의 지속시간은 기준점(즉, 이 실시예에서, 요소(100A/100B)의 90도 회전)을 거쳐서 회전하는 각각의 소형 렌즈(104_n)의 평균 지속시간 보다 크거나 또는 동일하다) 또한, 보여진 바와 같이, 각 펄스(232A 및232C)는 인접한 소형 렌즈들(104)사이의 전이부를 넘어와서, 각 펄스를 "인터-섹터" 펄스가 되게 만든다.

[0369] 도 28c는 예시적 원판-형상 주사요소(100A) 또는 컵 형상 주사요소(100B)의 정면도이며, 여기서 방사선은 예시적 실시예에 따라, "인터-섹터 쇼터 펄스" 방사선 모드에 따라 주사시스템(48)에 전달된다. 보여진 바와 같이, 회전 요소(100A/100B)에 입사된 방사선 빔은 요소(100A/100B)의 완전 회전동안에 2 펄스들(232A 및 232C)로 전달되며, 각 펄스(232A 및 232C)는 각 소형 렌즈(104_1-104_4)의 대응하는 호 길이 보다 더 짧은 경로를 그린다 (또는, 달리 말하면, 각 펄스(232A 및 232C)의 지속시간은 기준점(즉, 이 실시예에서, 요소(100A/100B)의 90도 회전)을 거쳐서 회전하는 각각의 소형 렌즈(104)의 평균 지속시간 보다 적다). 또한, 보여진 바와 같이, 각 펄스(232A 및232C)는 인접한 소형 렌즈들(104)사이의 전이부를 넘어와서, 각 펄스를 "인터-섹터" 펄스가 되게 만든다.

[0370] 도 28d는 예시적 원판-형상 주사요소(100A) 또는 컵 형상 주사요소(100B)의 정면도이며, 여기서 방사선은 예시적 실시예에 따라, "인트라-섹터 단일 펄스" 방사선 모드에 따라 주사시스템(48)에 전달된다. 보여진 바와 같이, 회전 요소(100A/100B)에 입사된 방사선 빔은, 단일 펄스가 각 소형 렌즈(104_1-104_4)에 전달되도록 또한 각 펄스(232A-232d)에 의해 그려진 경로가 그의 대응하는 소형 렌즈(104)내에 놓여져(즉, 펄스(232A-232d)가 인접한 소형 렌즈들(104) 사이의 전이부를 넘어오지 않는다), 각 펄스를"인트라-섹터" 펄스로 만들도록, 펄스들(232A-232d)로 전달된다.

[0371] 도 28e는 예시적 원판-형상 주사요소(100A) 또는 컵 형상 주사요소(100B)의 정면도이며, 여기서 방사선은 예시적 실시예에 따라, "인트라-섹터 일정한 멀티-펄스" 방사선 모드에 따라 주사시스템(48)에 전달된다. 보여진 바와 같이, 회전 요소(100A/100B)에 입사된 방사선 빔은, 다중 펄스들(232)이 회전요소(100A/100B)의 회전동안에 각 소형 렌즈(104_1-104_4)에 전달되도록 및 펄스 주파수가 요소(100A/100B)의 회전 동안에 일정하게 유지되도록, 전달된다.

[0372] 도 28f는 예시적 원판-형상 주사요소(100A) 또는 컵 형상 주사요소(100B)의 정면도이며, 여기서 방사선은 예시적 실시예에 따라, "인트라-섹터 일정치 않은 멀티-펄스" 방사선 모드에 따라 주사시스템(48)에 전달된다. 보여진 바와 같이, 회전 요소(100A/100B)에 입사된 방사선 빔은, 다중 펄스들(232)이 회전요소(100A/100B)의 회전동안에 각 소형 렌즈(104_1-104_4)에 전달되도록, 전달되지만, 여기서 펄스 주파수가 요소(100A/100B)의 회전 동안에 일정치 않다. 이 예에서, 3-펄스 버스트(burst)(232A-232c)가 각 소형 렌즈(104_1-104_4)에 전달된다.

[0373] 위에서 설명한 바와 같이, 도 29a-29f는 축A의 방향에서 서로 오프셋된 반사 표면들(106_1-106_4)을 정의하는 4개의 반사 섹터들(104C)을 갖는 예시적 계단 형상 주사요소(100C)에 대하여 다양한 모드들을 도시한다.

[0374] 도 29a는 회전축 A을 따라 본, 예시적 계단 형상 주사요소(100C)의 정면도이며, 여기서 방사선은 예시적 실시예에 따라, "연속" 방사선 모드에 따라 주사시스템(48)에 전달된다. 보여진 바와 같이, 회전 요소(100C)에 입사된 방사선 빔은, 요소(100C)가 완전 회전을 할 때, 요소(100C)의 전체 원주 둘레로 연장하는 경로(230)를 그린다. 반사 표면들(106_1-106_4)이 축A의 방향으로 서로 오프셋된다는 사실로 인해, 각각 다른 반사 표면들(106_1-106_4)에 그려진 방사선 빔 경로(230)의 부분들은 중심(즉, 축A)으로부터 가변 거리들에 놓여지며, 이것은 도 12-14에 비추어 명확해진다. 그래서, 경로(230)가 인접한 반사 표면들(106_1-106_4) 사이의 임계를 건널 때, "스킵(skip)"하는 것으로 보이지만, 방사선 빔은 요소(100C)의 완전회전 동안에 요소(100C)에 연속적으로 전달되는 것으로 이해되어야 한다.

[0375] 도 29b는 회전축 A에 따라 본, 예시적 계단 형상 주사요소(100C)의 정면도이며, 여기서 방사선은 예시적 실시예에 따라, "인터-섹터 롱거 펄스" 방사선 모드에 따라 주사시스템(48)에 전달된다. 보여진 바와 같이, 회전 요소(100C)에 입사된 방사선 빔은 요소(100C)의 완전 회전동안에 2 펄스들(232A 및 232C)로 전달되며, 각 펄스(232A 및 232C)는 각각의 반사 표면(106_1-106_4)의 대응하는 호 길이 보다 긴 경로를 그린다 (또는, 달리 말하면, 각 펄스(232A 및 232C)의 지속시간은 기준점(즉, 이 실시예에서, 요소(100C)의 90도 회전)을 거쳐서 회전하는 각각의 반사 표면(106_1-106_4)의 평균 지속시간 보다 크거나 동일하다). 또한, 보여진 바와 같이, 각 펄스(232A 및 232C)는 인접한 반사 표면(106_1-106_4) 사이의 전이부를 넘어와서, 각 펄스를 "인터-섹터" 펄스가 되게 만든다.

[0376] 도 29c는 회전축 A에 따라 본, 예시적 계단 형상 주사요소(100C)의 정면도이며, 여기서 방사선은 예시적 실시예에 따라, "인터-섹터 쇼터 펄스" 방사선 모드에 따라 주사시스템(48)에 전달된다. 보여진 바와 같이, 회전 요소(100C)에 입사된 방사선 빔은 요소(100C)의 완전 회전동안에 2 펄스들(232A 및 232C)로 전달되며, 각 펄스(232A 및 232C)는 각각의 반사 표면(106_1-106_4)의 대응하는 호 길이 보다 짧은 경로를 그린다 (또는, 달리 말하면, 각 펄스(232A 및 232C)의 지속시간은 기준점(즉, 이 실시예에서, 요소(100C)의 90도 회전)을 거쳐서 회전하는 각각의 반사 표면(106_1-106_4)의 평균 지속시간 보다 적다). 또한, 보여진 바와 같이, 각 펄스(232A 및 232C)는 인접한 반사 표면(106_1-106_4) 사이의 전이부를 넘어와서, 각 펄스를 "인터-섹터" 펄스가 되게 만든다.

[0377] 도 29d는 회전축 A에 따라 본, 예시적 계단 형상 주사요소(100C)의 정면도이며, 여기서 방사선은 예시적 실시예에 따라, "인트라-섹터 단일 펄스" 방사선 모드에 따라 주사시스템(48)에 전달된다. 보여진 바와 같이, 회전 요소(100C)에 입사된 방사선 빔은, 단일 펄스가 각 반사 표면(106_1-106_4)에 전달되도록 및 각 펄스(232A-232d)에

의해 그려진 경로가 그의 대응하는 반사 표면(106_1-106_4)내에 놓여져(즉, 펄스(232A-232d)가 인접한 반사 표면(106_1-106_4) 사이의 전이부를 넘어오지 않는다), 각 펄스를 "인트라-섹터" 펄스로 되게 만들도록, 펄스들(232A-232d)로 전달된다.

[0378] 도 29e는 회전축 A에 따라 본, 예시적 계단 형상 주사요소(100C)의 정면도이며, 여기서 방사선은 예시적 실시예에 따라, "인트라-섹터 일정한 멀티-펄스" 방사선 모드에 따라 주사시스템(48)에 전달된다. 보여진 바와 같이, 회전 요소(100C)에 입사된 방사선 빔은, 다중 펄스들(232)이 회전요소(100C)의 회전 동안에 각 반사 표면(106_1-106_4)에 전달되도록 또한, 펄스 주파수가 요소(100C)의 회전 동안에 일정하게 유지되도록, 전달된다.

[0379] 도 29f는 회전축 A에 따라 본, 예시적 계단 형상 주사요소(100C)의 정면도이며, 여기서 방사선은 예시적 실시예에 따라, "인트라-섹터 일정치 않은 멀티- 펄스" 방사선 모드에 따라 주사시스템(48)에 전달된다. 보여진 바와 같이, 회전 요소(100C)에 입사된 방사선 빔은, 다중 펄스들(232)이 회전요소(100C)의 회전 동안에 각 반사 표면(106_1-106_4)에 전달되도록 전달되지만, 여기서 펄스 주파수는 요소(100C)의 회전 동안에 일정하다. 이 실시예에서, 3-펄스 버스트(232A-232c)가 각 반사 표면(106_1-106_4)에 전달된다.

[0380] 방사선 모드들 중 임의의 것은 (a) 회전 주사요소(100)의 완전회전보다 적은 동안에(적어도 일 완전회전 동안에 방사선의 차단되지 않은 전달을 요하는 연속 모드를 제외하고), (b) 회전 주사요소(100)의 일 완전회전 동안에, 또는 (c) 회전 주사요소(100)의 다중 회전들 동안에 차단되지 않고 계속될 수 있다.

[0381] 예를 들면, 현재의 방사선 모드는 회전 주사요소(100)의 일 완전회전 후에 차단될 수 있다. 또 하나의 예로서, 현재의 방사선 모드는, 회전 주사요소(100)의 예정된 수의 회전 후, 예정된 시간 후, 또는 예정된 양의 방사선이 예를들어 피부(40)에 전달된 후에, 차단될 수 있다. 일부 실시예들에서, 현재 방사선은 장치(10)의 하나 이상의 시스템들로부터의 피드백에 응답하여 예를 들면, 즉시(즉, 요소(100)의 특정 회전의 중간에 입력 빔(110)의 주사), 요소(100)의 현재 회전의 말미에 입력 빔(110)의 주사 또는 임의의 기타 방식으로 차단 및/또는 시작 또는 재시작될 수 있다. 예를 들면, 도 38-46에 대하여 아래에 더 상세하게 설명된 바와 같이, 현재 방사선 모드는 하기에 응답하여 차단 및/또는 시작 또는 재시작될 수 있다:

[0382] (a) 장치(10)의 적용 단부(42)가 피부와 접촉하고 있는지를 표시하는 하나 이상의 피부 접촉 센서들(204)로부터의 신호들;

[0383] (b) 예를 들면, 장치(10)가 피부(40)를 가로질러 이동한 거리를 표시하는 변위 모니터링 및 제어 시스템(132)으로부터의 신호들;

[0384] (c) 장치(10)가 피부와 접촉하고 피부를 가로질러 충분한 변위 또는 속력을 겪는지를 표시하는 사용 성능 제어 시스템(133)으로부터의 신호들(예, 하나 이상의 변위들 센서들(20) 및 피부 접촉 센서들(204)로부터의 신호들에 기초하여);

[0385] (d) 잠재적으로 불안정한 조건을 표시하는 하나 이상의 센서들(26) 또는 안전 시스템들로부터의 신호들; 및/또는

[0386] (e) 임의의 기타 적합한 자동 피드백.

[0387] 또한, 일부 실시예들 또는 설정들에 있어서, 현재 방사선 모드가 예를 들면 사용자의 버튼 누름, 버튼 해제 또는 장치(10)를 피부와의 접촉으로부터 벗어나게 이동시킴에 응답하여, 사용자 인터페이스(28)를 통해 수동적으로 차단될 수 있다.

[0388] 현재 방사선 모드의 "차단"은 (a) 피부(40)로의 방사선 전달을 차단하는 것(예, 치료 방사선 소스(14)를 턴 오프하거나 방사선이 장치(10)으로부터 출력되는 것을 방지함으로써, 장치(10)내부의 방사선을 차단하거나 재 배향시킴으로써), (b) 각각 다른 방사선 모드를 전환하는 것, 및 (c) 플루엔스, 전력 밀도, 파장, 펄스 주파수, 듀티 율(rate), 펄스 온 타임 (펄스 폭), 펄스 오프 타임, 치료 점 크기 및/또는 형상, 아울렛 빔 초점면, 등을 포함하는 전달 방사선의 하나 이상의 매개변수들을 수정하는 것 중 임의의 것을 포함할 수 있다.

[0389] 현재 방사선 모드의 차단의 지속시간(계속하여 방사선 전달을 하기전에)은 (예를 들면, 특정 수의 반사 섹터들을 스킵 또는 바이패스하기 위한) 예정 시간, 회전 주사요소(100)의 예정 회전일 수 있거나, 또는 장치(10)의 하나 이상의 시스템들로부터의 피드백에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들면, 도 46에 대하여 아래에 더 상세히 설명된 바와 같이, (예를 들면, 장치(10)가 피부와 접촉하지 않는지 또는 피부(40)을 가로질러 임계 거리를

이동하지 않은것을 나타내는) 변위 모니터링 및 제어 시스템(132) 또는 사용 성능 제어 시스템(133)으로부터의 신호들에 응답하여 특정 방사선 모드가 차단된 후에, (예를 들면, 장치(10)가 피부와 다시 접촉하고 및/또는 피부(40)를 가로질러 임계거리를 이동하였다는 것을 나타내는) 변위 모니터링 및 제어 시스템(132) 또는 사용 성능 제어 시스템(133)으로부터의 추가 신호들에 응답하여 특정 방사선 모드가 계속될 수 있다.

[0390] 도 28a-28f 및 도 29a-29f에 보여진 예시적인 실시예들에서, 각 예시적인 주사요소들(100)은 4개의 반사 섹터들(104)을 포함한다. 도시된 실시예들은 예시목적으로의 단지 예들이라는 것을 이해하여야 한다. 위에 설명된 바와 같이, 회전요소(100)는 임의의 수의 반사 섹터들(104)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 일부 실시예들에서, 회전요소(100)는 약 6개의 반사 섹터들(104), 약 10-12개의 반사 섹터들(104), 15-20 개 사이의 반사 섹터들(104), 20개 보다 많은 반사 섹터들(104), 또는 임의의 기타 적합한 수의 반사 섹터들(104)을 포함한다.

[0391] 또한, 도 7, 8 및 13에 보여진 예시적 실시예들 뿐만 아니라, 도 28a-28f 및 도 29a-29f에 보여진 예시적인 실시예들에서, 반사 섹터들(104)은 각각의 주사요소(100) 둘레에 동일한 거리 연장된다(예를 들면, 도 28a-28f 및 도 29a-29f에 보여진 4-섹터 주사요소들(100)에서는, 각 반사 섹터(104)는 각각의 회전요소(100) 둘레에 90도 연장되고, 도 7 및 8에 보여진 12-섹터 주사요소들(100)에서는 각 반사 섹터(104)는 각각의 회전요소(100) 둘레에 30도 연장된다). 다시, 도시된 실시예들은 도시 목적으로의 단지 예들이라는 것을 이해하여야 할 것이다. 임의의 특정 주사요소(100)의 반사 섹터들(104)은 요소(100)둘레에 동일한 거리 또는 각도를 연장되거나 또는 연장되지 않을 수 있다. 그래서, 주사요소(100)는 n개의 반사 섹터들 (104)을 포함하며, 각각은 요소(100) 둘레에 360/n 도 연장되며; 또는 대안적으로, n개의 반사 섹터들(104) 중 하나 이상은 요소(100) 둘레에 360/n 보다 많거나 또는 적게 연장될 수 있다. 일부 실시예들에서, n개의 반사 섹터들(104)은 주사요소(100) 둘레에 x_i 도 연장될 수 있으며, 여기서 시리즈 x_i, x_{i+1}, … x_{n-1}, x_n는 n^{th} 차식 또는 기타 비선형 식에 따라 선형적으로 증가한다. 예를 들면, 도 30은 요소(100) 둘레에 10도, 30도, 110도, 170도, 90도 및 110도 순서대로 각각 연장되는 6개의 편향 섹터들($104C_1$-$104C_6$)을 갖는 주사요소(100)를 도시한다.

[0392] 일정한-입력/펄스-출력 효과를 제공하기 위한 비-전파 구역들의 사용

[0393] 일부 실시예들에서, 인접한 반사 섹터들(104) 및/또는 반사 표면들(106)은, 예를 들면 비-반사 구역들을 포함하는 피부(40)쪽으로의 전파를 위한 입력 빔(110)을 반사하지 않는 구역들, 또는 입력 빔(110)을 피부(40)로의 전파로부터 벗어나게 반사하거나 또는 편향시키는 구역들에 의해, 서로 분리될 수 있다. 이러한 구역들은 여기서는 "비-전파 구역들"이라 지칭된다. 일부 실시예들에서, 비-전파 구역들은 치료점을 샘플링하는데, 예를 들면 광다이오드로 그의 전력 또는 에너지를 측정하는데 또는 기타 목적들을 위해, 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 비-전파 구역들은 피부(40)에 전달될 각각의 출력 빔들(112)의 지속시간 또는 펄스 폭을 제어하는데 사용될 수 있다. 예를 들면, 입력 빔(110)은, 입력 빔(110)을 헤치고 다중 반사 섹터들(104)이 회전하는 시간 구간동안에 차단되지 않고 전달될 수 있다. 인접한 반사 표면들(106) 사이의 비-전파 구역들을 포함함으로써, 차단되지 않은 입력 빔(110)이 출력 빔들(112)의 펄스 어레이로 유효하게 변환될 수 있다. 이러한 효과는 여기에 "일정한-입력/펄스-출력" 효과로 지칭된다. 반사 표면들(106)과 비-전파 구역들의 상대적 크기 및 형상은, 출력 빔들(112) 사이의 펄스-오프 타임뿐만 아니라, 각 출력 빔(112)의 유효한 펄스-온 타임(즉, 펄스 폭)을 적어도 부분적으로 정의할 수 있고, 그래서 펄스 듀티 사이클을 정의할 수 있다.

[0394] 도 31은 예시적 실시예에 따라, 4개의 비-전파 구역들(240)에 의해 분리된 4개의 편향 섹터들(104)을 갖는 예시적 회전 주사요소(100)(예, 요소(100A, 100B, 또는 100C))의, 회전축 A에 따라 취해진, 단면도이다.

[0395] 입력 빔(110)은 입력 빔(110)을 헤치고 다중 편향 섹터들(104)(예, 소형 렌즈들 또는 거울형 섹터들)이 회전하는 시간 구간 동안에 차단되지 않고 전달될 수 있다. 입력 빔(110)은 교호 방식으로 편향 섹터들(104) 및 비-전파 구역들(240)에 입사한다. 각 편향 섹터(104)는 펄스-온 타임(펄스 폭)을 정의하는 출력 빔(112)을 생성하며, 또한 각 비-전파 구역들(240)은 연속 펄스들 사이의 펄스-오프 타임을 정의하는 차단부를 생성한다. 이 방식으로, "일정한-입력/펄스-출력" 효과가 생성될 수 있다. 각 출력 빔(112)의 펄스-온 타임(즉, 펄스 폭) 및 출력 빔들(112) 사이의 펄스-오프 시간, 그리고 그래서 펄스 듀티 사이클은, (a) 요소(100C)가 축 A를 기준으로 회전할 때 입력 빔(110)에 의해 그려진 각각의 경로 길이들 (PL_R 및 PL_{NP})에 의해 도시된 예에서 정의된, 편향 섹터들(104)과 비-전파 구역들(240)의 상대적 크기 및 형상에 의해, 및 (b) 요소(100C)의 회전 속력에 의해, 정의될 수 있다. 편향 섹터들(104)과 비-전파 구역들(240)의 상대적 크기 및 형상은, 요소(100C)의 주어진 회전 속력에 대하여 임의의 원하는 펄스-온 타임 및 펄스-오프 타임을 제공하도록, 선택될 수 있다. 도시된 예에서, 펄스-온 타임 및 펄스-오프 타임이, 요소(100C)의 일정한 회전 속력을 가정할 때, 각 출력 빔(112)에 대하여 동일하

도록, 4개의 편향 섹터들(104)은 동일한 형상 및 크기를 가지며, 4개의 비-전파 구역들(240)은 동일한 형상 및 크기를 가진다. 다른 실시예들에서, 각각 다른 출력 빔들(112)에 대한 펄스-온 타임 및/또는 각각 다른 출력 빔들(112) 사이의 펄스-오프 타임이 원하는 대로 변할 수 있도록, 각각 다른 편향 섹터들(104)은 각각 다른 크기들 및/또는 형상들을 가질 수 있으며 및/또는 각각 다른 비-전파 구역들(240)은 각각 다른 크기들 및/또는 형상들을 가질 수 있다.

[0396] 비-전파 구역들(240)의 사용은 임의의 적합한 방식으로, 피부(40)에 전달된 빔들의 하나 이상의 매개변수들을 제어하기 위하여, 임의의 방사선 모드와, 예를 들면 도 28a-28f 및 도 29a-29f를 참고하여 위에서 설명된 다양한 연속 또는 펄스 방사선 모드들 중 임의의 것과 결합될 수 있다.

[0397] 축상 출력빔 대 축외 출력빔; 선택적 하류 광학물품

[0398] 빔들의 주사 어레이는 "축외(off-axis)" 빔 및 "축상(on-axis)" 빔을 포함할 수 있다. (각각의 소형 렌즈들(104)에 의해) 상당히 작은 양 편향되었거나 또는 전혀 편향되지 않는 "축상" 출력 빔들과 대조적으로, "축외" 출력 빔들(112)은 (각각의 소형 렌즈들(104)에 의해) 상당히 큰 양 편향된 어레이 형태의 출력 빔들(112)이다. 일부 실시예들에서, 어레이의 중심 출력 빔 또는 빔들(112)은 축상에 있는 것으로 간주되며, 반면에 어레이의 바깥 빔들은 축에 벗어나 있는 것으로 간주된다. 예를 들면, 도 10a 및 도 11a에 보여진 예시적인 배열들에서, 출력 빔(112B)은 축상에 있는 것으로 여겨지며, 반면에 출력 빔들(112A 및 112C)은 축을 벗어나 있는 것으로 여겨진다.

[0399] 소형 렌즈들(104)에 의해 생긴 각각의 출력 빔들(112)의 편향은 이러한 빔들의 빔 세기 프로파일에 영향을 미칠 수 있다. 일반적으로, 편향이 클수록, 빔 세기 프로파일에 미치는 영향이 커진다. 그래서, 축외 빔들의 빔 세기 프로파일들은 축상의 빔들의 프로파일 보다 일반적으로 더 영향을 받는다. 예를 들면, 어레이의 축외 출력빔들(112)은, 동일한 어레이에 있는 축상 빔들(112)에 비하여, 요소(100)의 각각의 섹터들(104)에 의한 이러한 축외 출력 빔들(112)의 편향으로 인해, 적어도 하나의 방향 또는 축에서 집속되지 않거나 또는 확장된 세기 프로파일을 갖는다.

[0400] 도 32 및 도 33은, 축상 출력 빔(112)과 축외 출력 빔(112) 각각에 대하여, 피부의 표면에서 측정된, 출력 빔들(112)의 예시적인 세기 프로파일들을 도시한다. 예를 들면, 도 18 및 도 20에 보여진 배열들에 관하여, 도 32는 축상 출력 빔(112B)에 대한 빔 세기 프로파일을 일반적으로 나타내며, 반면에 도 33은 축외 출력 빔들(112A 또는 112C)에 대한 빔 세기 프로파일을 나타낸다.

[0401] 보여진 바와 같이, 축상 빔(112)의 세기 프로파일은, 축외 빔(112)의 세기 프로파일에 비하여, 적어도 한 방향(이 예에서, 고속 축 방향)에서 더 좁고, 더 높은 세기 피크(또는 피크들)을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 축상 빔(112)의 세기 프로파일은, 축외 빔(112)에 비하여, 직교 방향(이 예에서, 저속 축 방향)에서 또한 더 좁을 수 있다.

[0402] 도 34는 전달된 에너지의, 타겟 표면의 정의된 크기의 정사각형내에 전달된 타겟 표면에 대한 분율의 그래프(130)를 도시한다. 정사각형 내에 전달된 에너지는"인스퀘어드 에너지(ensquared energy)"라 지칭된다. 그래프(130)는, 예시적 축상 빔(예, 도 32에 보여진 바와 같이) 및 예시적 축외 빔(예, 도 33에 보여진 바와 같이)에 대한 정사각형 크기의 함수로서 인스퀘이드 에너지의 분율을 보여준다. 정사각형 크기는 세기 프로파일 평면의 무게 중심(centroid), 예를 들면 도 32 및 도 33에 보여진 세기 프로파일 평면에 표시된 점들 C로부터의 반치폭(half width)으로 정의된다. 그래서, 그래프(130)의 50 ㎛의 반치폭은 무게 중심 C둘레에 중심이 있는 100 ㎛ x 100 ㎛ 정사각형을 나타낸다.

[0403] 그래프(130)에 보여진 바와 같이, 작은 반치폭들(즉, 더 작은 정사각형들)에 대하여, 축상 빔에 대한 인스퀘어드 에너지는 축외 빔의 것 보다 더 높다. 예를 들면, 50 ㎛의 반치폭에서, 축상 빔의 인스퀘어드 에너지의 분율은 축외 빔에 대한 약 0.40 에 비하여, 약 0.43 이다. 그러나, 더 큰 반치폭들(즉, 더 큰 정사각형)에 대하여, 축상 빔의 인스퀘어드 에너지는 축외 빔의 것과 유사하다(그리고, 실제는 특정 반치폭에 대하여 축외 빔의 것보다 작을 수 있다). 일 실시예에서, 약 0.2 ㎜ (200 ㎛)의 치료점 직경 또는 폭이 바람직하다. 100 ㎛ 반치폭에서 그래프(130)의 파선은 0.2 ㎜ (200 ㎛)의 제곱 폭(square width)에 대응한다. 보여진 바와 같이, 그 치수에서의 인스퀘어드 에너지는 축상 빔과 축외 빔에 대하여 대략 동일하다. 그래서, 축외 빔(축상 빔에 비하여)의 집속되지 않고 및/또는 확장된 세기 프로파일에도 불구하고, 폭 또는 직경이 약 0.2 ㎜ (200 ㎛)인 치료점에 전달된 총 에너지는 이 실시예에 대한 동일한 주사 어레이에서의 축상 빔과 축외 빔에 있어서 거의 동일하다. 그래서, 바람직한 효과가 축외 빔들에 작용할 추가 치료 물품이 필요치 않고 제공될 수 있다.

[0404] 각 축에 따른(예를 들면, 레이저 다이오드들에 의해 생성된 비대칭적 프로파일 빔들에 대한 저속 축 및 고속 축에 따른) 각 출력 빔(112)의 세기 프로파일의 형상은 적어도 치료 방사선 소스(14) 및 광학 시스템(15)의 특정 요소들의 형태에 의해 결정된다. 그래서, 각각 다른 실시예들은 임의의 특정 축에서 타겟 평면(예, 이 피부의 표면)에 다양한 세기 프로파일들 중 임의의 것을 제공할 수 있다. 이러한 세기 프로파일들의 예들은 가우스, 유사-가우스, 평정의, 유사-평정의 세기 프로파일 등을 포함할 수 있으며, 또한 단일 피크, 두 피크들, 둘보다 많은 피크들, 또는 의미가 없는 피크들(예, 평정의)을 포함할 수 있다.

[0405] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 하류 광학요소들(60B)(예, 도3C 참고)이 있다. 일부 예시적인 하류 광학물품(60B)은: (a) 예를 들면 도 10a-10b 및 도 11a-11b를 참고하여 위에서 설명한 바와 같이, 출력 빔들(112)의 집속, 수차보정 및/또는 이미징 및/또는 처리를 위한 하류 고속 축 광학물품(64')(예, 원통형 렌즈); (b) 출력 빔들(112)을 편향시키기 위한 거울들(150A-150C); 및 (c) 계단형상 주사요소(100C)에 의해 생성된 출력 빔(112)의 동일한 총 경로 길이들을 제공하기 위한 경로 길이 보상 요소들(152)을 포함한다.

[0406] 하류 광학물품(60B)은 출력 빔(112)에 영향을 주는 임의의 하나 이상의 평면 거울들, 광출력(optically-powered) 렌즈들 또는 거울들 또는 기타 광학요소들(위에서 설명한 바와 같이)을 포함할 수 있다. 하류 광학물품(60B)은 다양한 목적들을 위해, 예를 들면, 하나 이상의 출력 빔들(112)이 원하는 각도로(예, 타겟 표면에 실질적으로 수직하게) 타겟 표면에 입사되도록 하나 이상의 출력 빔들(112)을 편향시키기 위해; 하나 이상의 출력 빔들(112)의 초점에 영향을 주기 위해(예, 타겟 표면에 대한 원하는 초점 또는 초점면을 제공하기 위해); 하나 이상의 출력 빔들(112)의 빔 세기 프로파일을, 출력 빔들(112)의 초점 또는 초점면에서 영향을 주기 위해; 또는 임의의 기타 목적을 위해, 제공될 수 있다.

[0407] 예를 들면, 도 10 및 도 11에 보여진 바와 같은 하류 고속 축 광학물품(64')은 원하는대로 출력 빔들(112)의 세기 프로파일을 재집속, 재이미징, 제어 또는 가변하기 위하여 주사 시스템(48)의 하류에 제공될 수 있다. 일부 실시예들에서, 이러한 하류 광학물품(60B)은 축외 출력 빔들(112)을 재집속 또는 처리하기 위하여 특별히 제공될 수 있는데 이는 이러한 축외 출력 빔들(112)이, 위에서 설명된 바와 같이, 축상 빔들(112)과 비교하여, 집속되지 않고 및/또는 확장된 세기 프로파일들 또는 그외 다른 성질들을 가질 수 있기 때문이다. 예를 들면, 이러한 하류 광학물품(60B)은 적어도 한 축을 따라 축외 출력 빔들(112)의 세기 프로파일을 좁히기 위해 제공될 수 있다. 예를 들면, 로드 렌즈, 비구면 렌즈, 또는 임의의 기타 적합한 광학요소를 포함할 수 있는, 도 10 및 도 11에 보여진 고속 축 광학물품(64')은 고속 축 방향으로 축외 빔들(112)의 세기 프로파일을 재집속하거나 또는 좁히는데 제공될 수 있다. 일부 실시예들에서, 이러한 하류 광학물품(60B)은 조직에 원하는 효과들을 일으키는 빔 세기 프로파일을 피부에 전달하는데 사용될 수 있다. 다른 실시예들에서는, 원하는 효과들을 피부에 제공하는데 충분한 빔 세기 프로파일들이 이러한 하류 광학물품(60B)이 없이(예, 고속 축 광학물품(64')이 없이) 제공된다. 예를 들면, 레이저 다이오드를 이용하는 일부 실시예들에서, 피부에 원하는 효과들을 제공하는데 충분한 빔 세기 프로파일들이, 단지 단일 고속 축 광학요소(예, 로드 렌즈 또는 비구면 렌즈) 및 저속 축 방향으로 빔을 주사 및 처리하는 주사요소를 사용하여 제공된다.

[0408] 장치(10)의 다른 실시예들은 어떠한 하류 광학물품(60B)을 포함하지 않을 수 있다. 일부 실시예들에서, 하류 빔 경로에 따른 유일한 요소는 투명 유리 또는 플라스틱 필름, 판, 층 또는 블록을 포함할 수 있는 적용 단부(42)에 있는 윈도우(44)이다. 윈도우(44)는 위에서 설명한 바와 같이, 장치(10)의 내부 부품들을 보호하기 위하여 제공될 수 있으며, 또는 그것은 또한 치료빔 만이 통과할 수 있게 하고 원하는 미용 시각 효과를 제공하는 분광 필터일 수 있다. 출력 빔들(112)은 주사 광학물품(62)으로부터 하우징(24)내의 챔버를 거쳐서 윈도우(44)를 통해 피부(40)로 이동되며, 어떠한 광학물품(60B)이 주사 광학물품(62)의 하류에 있지 않다. 챔버는 밀봉되고 공기 또는 다른 기체로 충전될 수 있고 또는 진공을 포함할 수 있다. 대안적으로, 챔버는 주변 공기에, 하우징(24)의 하나 이상의 개구부들을 통해 개방되어 있다(예, 장치(10)로부터의 열전달을 촉진하기 위하여). 또 하나의 예로서, 출력 빔들(112)이, 임의의 하류 광학물품(60B)에 의해 영향을 받지 않고 또는 임의의 윈도우 또는 기타 요소를 통과하지 않고, 주사 광학물품(62)로부터 개방-공기 챔버를 거쳐서 적용 단부(42)의 구경을 통해 이동하도록, 적용 단부(42)에 윈도우(44) 대신에 개방 구경을 포함할 수 있다.

[0409] 방사선 엔진

[0410] 위에서 설명한 바와 같이, 방사선 엔진(12)은 피부(40)에 전달될 방사선을 생성하도록 구성된 임의의 수 및 형태(들)의 방사선 소스들(14)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 방사선 소스들(14)은 하나 이상의 레이저 다이오드, 파이버 레이저, VCSEL(수직 캐비티 표면방출 레이저), LED 등을 포함할 수 있다. 그래서, 사용된 방사선 소스(들)(14)의 특정 형태(들)에 따라, 방사선은 각각 다른 성질들을 가질 수 있으며, 예를 들면 각 치료 방사선 소

스(14)에 의해 전파된 방사선은 모든 축들 둘레로 대칭, 즉 축-대칭일 수 있고(예, 파이버 레이저에 의해 생성된 방사선), 또는 각각 다른 축들을 기준으로 비대칭, 즉 축-비대칭일 수 있다(예, 레이저 다이오드에 의해 생성된 방사선).

[0411] 도 33a 및 도 33b는 방사선 소스(14)로서 레이저 다이오드를 포함하는 방사선 엔진(12)의 예시적인 실시예를 도시한다. 이 예에서, 방사선 엔진(12)은 (레이저 다이오드(14)를 포함하는) 레이저 패키지(250), 히트 싱크(36), 레이저 패키지 고정 시스템(252) 및 레이저 다이오드(14)에 대하여 고속 축 광학물품(64)(이 실시예에서 원통형 렌즈)을 고정하기 위한 렌즈 고정 시스템(254)을 포함한다. 도 33a는 방사선 엔진(12)의 전체도면이며, 도 33b는 (레이저 다이오드(14)를 포함하는) 레이저 패키지(250), 레이저 패키지 고정 시스템(252) 및 고속 축 렌즈(64)를 고정하기 위한 렌즈 고정 시스템(254)의 특정 배열을 도시하는 방사선 엔진(12)의 일부의 확대도이다. 고속 축 렌즈(64)는 단지 도시 목적들을 위한 도 33a에 도시되지 않는다.

[0412] 도시된 실시예에서, 방사선 소스(14)는 레이저 패키지(250)에 제공된 단일-이미터 또는 멀티-이미터 레이저 다이오드(14)이다. 레이저 패키지(250)는 예를 들면, Q-마운트 또는 B-마운트 레이저 패키지일 수 있으며, 그것은 도시된 예시적인 렌즈 마운팅 시스템에 사용하기 특히 적합할 수 있다. 그러나, 이러한 렌즈 마운팅 특징들을 가지고 사용하는데 아주 적합한 다른 레이저 패키지들은, 다른 것들 중에서, 평판 세라믹형 패키지, C-마운트 패키지 및 주문형 패키지를 포함한다. 다른 실시예들은 임의의 기타 적합한 형태(들)의 방사선 소스들, 예를 들면 기타 형태(들)의 레이저 소스들(예, 하나 이상의 레이저 다이오드 바들, VCSEL들 등) 또는 임의의 기타 형태(들)의 방사선 소스들을 포함한다.

[0413] 도 33a에 보여진 바와 같이, 레이저 다이오드(14)는 임의의 적합한 방식으로 인쇄 회로 기판(PCB)(258)에 전기적으로 결합될 수 있다. 예를 들면, 레이저 다이오드(14)는 전기적 연결체(266), 예를 들면 가요성 케이블에 의해 PCB(258)의 전자장치에 결합될 수 있다.

[0414] 도시된 실시예의 레이저 다이오드(14)는 방출 에지 또는 표면(256)을 포함할 수 있는 단일 이미터를 포함하며, 그것으로부터 빔(108)이 방출된다. 일 실시예에서, 방출 에지/표면(256)은 x-축 방향으로 길게 연장되는 약 100 ㎛ x 1 ㎛ 이다. 다른 실시예들에서, 레이저(14)는 다중 이미터들 또는 방출 에지들/표면들(256)을 포함할 수 있다.

[0415] 히트 싱크(36)는 레이저(14)를 냉각시키는 역할을 하며 압출법 또는 임의의 다른 적합한 방식으로 제조될 수 있다. 일부 실시예들은 레이저 온도를 원하는 레벨로 유지하는데 돕는 하나 이상의 팬들을 포함한다. 히트 싱크(36)는 열전달을 촉진시키기 위한 핀 또는 다른 구조물을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서 히트 싱크(36)는 수동적일 수 있으며, 및/또는 전도 만에 의해 열을 흡수 및/또는 전달할 수 있으며 및/또는 자연 대류와 결합될 수 있으며, 및/또는 복사 열전달과 결합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 완전 조립된 장치(10)의 히트 싱크(36)는 약 2.5 ℃/W 또는 그 이하의 등급을 갖는다. 특정 실시예들에서 완전 조립된 장치(10)의 히트 싱크(36)는 약 1.5 ℃/W 또는 그 이하의 등급을 갖는다.

[0416] 일부 실시예들에서, 레이저 다이오드(14)는 또한 레이저 다이오드(14) 및/또는 장치(10)의 다른 전력 부품들로부터의 열전달을 더욱더 촉진하기 위하여, 히트 싱크(36)을 능동적으로 냉각시키는 하나 이상의 팬들(34)을 포함한다.

[0417] 레이저 패키지 고정 시스템(252)은 레이저 다이오드 패키지(24)를 히트 싱크(36)에, 예를 들면 솔더링, 클램핑, 스프링력으로 또는 열전도성 접착제를 사용하여, 고정하는데 사용되는 임의의 장치들을 포함할 수 있다. 레이저 패키지(250)의 바닥 표면은 히트 싱크(36)로의 열전달을 촉진하기 위하여, 히트 싱크(36)와 직접적으로 또는 열전도성 계면재(예, 열전도성 그리스)를 사용하여, 히트 싱크(36)와 접촉할 수 있다.

[0418] 레이저 패키지(250)는 적합한 수단(예, 솔더링, 클램핑 또는 접착제)을 통해 히트 싱크(36)에 직접적으로 설치되거나 또는 다른 것들 중에서 전기적 절연 및/또는 열전도를 제공하기 위하여 하나 이상의 서브캐리어들(예, 세라믹, 평판 세라믹, 구리블록 등)에 설치된 하나 이상의 레이저 다이오드들(14)을 포함할 수 있다. 레이저 다이오드 이미터(들)는 와이어본딩, 클램핑 또는 이 이미터(들)과 서브캐리어(들) 사이의 다른 적합한 수단에 의해, 히트 싱크(36)에 또는 장치(10)의 다른 전기적 연결점(들)(예, 인쇄 회로기판(258))에 전기적으로 연결될 수 있다. 레이저 다이오드(14)를 히트 싱크(36)에 설치하기 위한 일부 예시적인 배열체들이 도3 6 및 도 37의 실시예들에 보여지며, 그것은 아래에 설명된다.

[0419] 도시된 실시예에서, 레이저 패키지 고정 시스템(252)은 레이저 패키지(250)를 히트 싱크(36)에 고정하기 위하여 나사(262)에 의해 히트 싱크(36)에 고정된 클립(260)을 포함한다. 마운팅 특징부가 또한 레이저 조립체의 반복

성 위치선정을 보장하기 위하여 히트 싱크(36)에 제공된다. 레이저 마운팅 특징부는 다양한 표준 산업 레이저 패키지들을 수용하도록 개량될 수 있다. 클립이나 나사를 필요로 하지 않는 레이저 패키지 고정 시스템(252)의 예시적 실시예들은 도 34-37를 참고하여 아래에 설명된다.

[0420] 이 실시예의 렌즈 고정 시스템(254)은 레이저 다이오드(14)에 대하여 고정된 위치에 고속 축 렌즈(64)를 고정하기 위하여 고속 축 렌즈(64)를 히트 싱크(36)에 고정하도록 구성된다. 레이저 다이오드(14)에 의해 방출된 빔(108)은 고속 축(도 33b에서 y-축으로 표시됨)에서 상당히 큰 각도 발산을 가질 수 있다. 그래서, 높은-개구수(높은 NA) 짧은-초점거리 원통형 렌즈(또는 "로드 렌즈")(64)는 빔(108)의 고속 축 프로파일의 각도 발산을 감소시키기 위하여 제공될 수 있다. 그의 높은 NA로 인해, 레이저 다이오드(14)에 대한 원통형 렌즈(64)의 정확한 위치선정은 상당히 중요할 수 있다. 일 실시예에서, 원통형 렌즈(64)은 약 12 ㎜ 길이, 약 2 ㎜ 직경을 갖는다. 그러나, 렌즈(64)는 임의의 다른 적합한 치수들을 가질 수 있다. 또한, 다른 실시예들에서, 렌즈(64)는 다른 형상의 렌즈를 포함할 수 있다. 예를 들면, 렌즈(64)는 비구면 렌즈 또는 구형 렌즈일 수 있다.

[0421] 렌즈들은 UV경화형 에폭시를 사용하여 다른 구조물들에 보통 부착된다. 그러나, UV 경화형 에폭시는 경화공정동안에 수축되며, 이것은 레이저에 대한 렌즈의 위치를 변화시키며, 이것은 원하는 빔 출력 특성치에 부정적인 영향을 줄 수 있다. 그래서, 렌즈 고정 시스템(254)은 마운팅 공정, 예를 들면 UV경화공정 동안을 포함하여, 레이저 다이오드(14)에 대한 광학물품(64)의 이동을 최소화하거나 또는 감소시키는 방식으로 고속 축 광학물품(64)을 히트 싱크(36)에 설치하는데 적합하게 구성될 수 있다.

[0422] 도시된 실시예에서, 렌즈 고정 시스템(254)은 히트 싱크(36) 측으로부터 z-축 방향으로 연장되는 한 쌍의 렌즈 지지 구조물(270 및 272)을 포함한다. 구조물(270 및 272)은 히트 싱크(36)와 일체로 형성될 수 있다. 구조물(270 및 272)은 레이저 패키지(250)의 정면 에지를 지나서 z-축 방향으로 연장되며 1.5x 내지 2x 레이저 패키지(250)의 폭의 거리만큼 z-축 방향으로 분리될 수 있다. 구조물(270 및 272)의 기하학적 구조(geometry)가 히트 싱크 압출 방향으로 적어도 부분적으로 만들어질 수 있고, 이것은 부품의 수 및/또는 필요한 후 기계가공의 양을 최소화하거나 감소시켜, 조립의 비용을 감소시킬 수 있다.

[0423] 일부 실시예들에서, 히트 싱크(36) 및 렌즈 지지 구조물(270 및 272)은 단일 압출공정에 의해 일체로 형성될 수 있으며, 이어서 지지 구조물(270 및 272)을 포함하는 확장된 마운팅 부분(274)을 형성하도록 기계가공 공정이 행해진다. 또한, 레이저 패키지(250)용 위치결정 특징부(278)는 또한 히트 싱크(36)로 기계가공될 수 있다. 히트 싱크(36), 렌즈 지지 구조물(270 및 272) 및 위치결정 특징부(278)를 일체로 형성하는 것은 레이저(14)와 렌즈(64) 사이에 견고한 구조물을 생성한다. 다른 실시예들에서, 히트 싱크(36)는 다이캐스팅, 단조 및/또는 임의의 다른 적절한 제조공정(들)에 의해 형성될 수 있다.

[0424] 도 33b에 보여진 바와 같이, 높은 NA 원통형 렌즈(64)는 지지 구조물들(270 및 272) 사이에 설치된다. 렌즈(64)는 지지 구조물들(270 및272)에 임의의 적절한 방식으로 고정될 수 있다. 예를 들면, 렌즈(64)는 구조물들(270 및 272) 사이에 위치될 수 있으며 UV 접착제(276), 예를 들면 UV 경화공정에 의해 경화된 UV 에폭시(276)를 사용하여 구조물들(270 및 272)에 부착된다.

[0425] 렌즈(64)를 설치하기 위하여, 소량의 UV 접착제(276)가 렌즈(64)의 단들에 및/또는 렌즈 지지 구조물들(270 및 272)의 내부 표면에 도포된다. 렌즈(64)는 그리고 지지 구조물들(270 및 272) 사이에 위치되며 렌즈(64)의 각 단과 각각의 지지 구조물들(270 및 272) 사이에는 작은 공간이 있다. 표면 장력은 접착제(276)를 적소에 유지하며 동시에 렌즈(64)를 지지 구조물들(270 및 272)사이에 위치시킬 수 있다. 렌즈(64)의 마운팅 동안에 빔의 실시간 모니터링과 같은 정렬 공구(들) 및 방법(들)이 사용될 수 있다. 일단 적절한 장소에 있으면, 접착제(276)는 렌즈 지지 구조물들(270 및 272)을 적시고 지지 구조물들(270 및 272)과 렌즈(64)의 단들 사이의 갭을 메운다. 접착제(276)는 그리고 높은 세기 UV 방사선 소스를 사용하여 경화된다.

[0426] 경화동안에, 렌즈(64) 및 지지 구조물들(270 및 272)이 x-축 방향으로 정렬되기 때문에, 에폭시의 수축은 렌즈(64)를 x-축 방향으로 이동시킬 수 있다. 그러나, 원통형 렌즈(64)는 x-축으로 어떠한 광출력을 가지지 않기 때문에, 렌즈(64)의 x-축으로의 이동은 레이저 다이오드(14)에 대한 렌즈(64)의 실시간 정렬 후에 원하는 빔 특성치를 실질적으로 변화시키지 않는다.

[0427] 원통형 렌즈(64)는 레이저 방출 에지/표면(256)으로부터 임의의 적절한 거리에 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 렌즈(64)는 레이저 방출 에지/표면(256)으로부터 약 260 um 에 위치된다.

[0428] 일부 실시예들에서, 위에 설명된 바와 같이 형성 또는 구성된 방사선 엔진(12)은 특정 공지 방사선 엔진들과 비교하여, 하나 이상의 장점들을 제공할 수 있다. 예를 들면, 냉각, 정렬 및 렌즈 마운팅 특징들을 위한 단일 구

조물(히트 싱크(36))을 사용하는 것은 예를 들면, 구조적 일체성, 열전달, 컴팩트성, 부품수의 감소 및/또는 비용의 감소의 면에서 유리할 수 있다. 또 하나의 예로서, 위에서 설명한 방사선 엔진(120)은 부품들의 요구되는 기계가공을 최소화하거나 또는 감소시킬 수 있다. 또 하나의 예로서, 위에서 설명된 방사선 엔진(12)은 렌즈 지지 구조물들(270 및 272)에 기밀 내성(tight tolerance)을 필요로 하지 않을 수 있다. 또 하나의 예로서, 위에서 설명된 방사선 엔진(12)은 빔 특성치에 크게 영향을 주지 않고 에폭시 수축을 가능케한다. 또 하나의 예로서, 위에서 설명된 방사선 엔진(12)은 렌즈 또는 렌즈 마운팅 특징부에 접착제를 적용하는 것을 용이하게 할 수 있다.

[0429] 도 34는 방사선 엔진(12)의 또 하나의 예시적 구성을 도시한다. 이 실시예에서, 레이저 패키지(250) 및 고속 축 광학물품(64)은 히트 싱크(36)에 정의된 리세스(282)내에 위치된다. 이것은 도 35에 보여진 실시예보다, 다른 것들 중에서 부품수의 추가적인 감소 또는 더 많은 구조적 일체성 면에서 유사 및/또는 추가 장점들을 가능케한다. 도 34의 실시예는 또한 레이저 다이오드(14)를 통한 전기적 경로를 제공하기 위하여, 인쇄 회로기판(258)과 레이저 패키지(250) 사이의 한 쌍의 금속 커넥터(267)을 포함한다. 각 커넥터(267)는 레이저 패키지(250)의 관련 부분들과 양호한 접촉을 이루기 위하여(예를 들면, 스프링, 굴곡체, 굽은 탭 등을 사용하여), 기계적으로 하중을 받을 수 있다. 이것은 납땜 연결, 커넥터, 피그테일 또는 플라잉 리드를 필요로 하지 않는 것을 포함하여 다수의 장점을 제공할 수 있다.

[0430] 도 35a 및 도 35b는 방사선 엔진(12)의 또 하나의 예시적 구성을 도시한다. 도 35a는 방사선 엔진(12)의 전체도이고, 반면에 도 35b는 레이저 패키지(250)의 배열체의 확대도(zoomed-in view)이다. 도 34의 실시예와 유사하게, 이 실시예에서, 레이저 패키지(250) 및 고속 축 광학물품(64)은 히트 싱크(36)에서 정의된 리세스(282)내부에 위치된다. 레이저 패키지(250)는, PCB(258)와 레이저 다이오드(14) 사이의 전기적 경로를 제공하기 위하여, 인쇄 회로기판(258)의 바닥 표면으로부터 연장되는 한 쌍의 연결요소들(267)에 의해 히트 싱크(36)에 고정된다. 각 연결요소(267)는 레이저 패키지(250)의 관련 접촉 부분들과 양호한 접촉을 확보하고 및 레이저 패키지(250)를 히트 싱크(36)에 고정하기 위하여 하향 고정력(downward securing force)을 제공하도록 기계적 하중 또는 스프링 바이어스 요소(268)를 포함한다.

[0431] 도 36a-36c는 예를 들어 여기서 개시된 예시적인 방사선 엔진들(12)중 임의의 것에 사용될 수 있는 레이저 패키지(250A)의 일 실시예를 도시한다. 보여진 바와 같이, 레이저 패키지(250A)는 열 및 전기 전도성 서브 마운트(284)(예, 구리 블록)에 설치된 다이오드 레이저(14)를 포함하며, 이 서브 마운트는 히트 싱크(36)에 설치되기에 적합하도록 구성될 수 있다. 레이저 패키지(250A)는 또한, 서브 마운트(284)에 설치된 전기 절연성 접촉 패드(286)(예, 세라믹 또는 다른 전기 절연재로 형성된)를 포함하며, 그 전열성 접촉 패드(286)는 금속성 또는 다른 전기 전도성 정상 표면(290)을 포함할 수 있다. 다이오드 레이저(14)는 다수의 커넥터들(288)(예, 와이어 본드)에 의해 접촉 패드(286)의 전도성 정상 표면(290)에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0432] 연결 요소들(267A 및 267B)은 레이저 패키지(250A)(특히, 레이저 다이오드(14))를 인쇄 회로기판(258)에 전기적으로 결합하도록 제공될 수 있다. 특히, 연결 요소(267A)는 접촉 패드(286)의 전도성 정상 표면(290)과 접촉할 수 있으며(예, 기계식 하중 또는 스프링 바이어스 요소(268)를 통하여), 연결 요소(267B)는 전도성 서브 마운트(284)의 정상 표면과 접촉할 수 있고(예, 기계식 하중 또는 스프링 바이어스 요소(268)를 통하여), 그래서 PCB(258)로부터, 연결 요소(267A), 전도성 표면(290), 커넥터들 (예, 와이어 본드들)(288), 레이저 다이오드(14), 전도성 서브마운트(284), 연결 요소(267B)를 거쳐서, 다시 PCB(258)에 이르는 전도성 경로를 만든다.

[0433] 서브 마운트(284)는 히트 싱크(36)로의 열전달을 촉진시키기 위하여, 직접적으로 또는 열전도성 계면재(296)(예, 열전도성 그리스)를 사용하여, 히트 싱크(36)에 결합될 수 있다. 서브 마운트(284)는 임의의 적절한 방식으로, 예를 들면 UV-경화 에폭시(298)에 의해, 히트 싱크(36)에 고정될 수 있다.

[0434] 도 37은 예를 들어 여기서 개시된 예시적 방사선 소스들(12) 중 임의의 것에, 사용될 수 있는 레이저 패키지(250B)의 또 하나의 예시적 실시예를 도시한다. 보여진 바와 같이, 레이저 패키지(250B)는 전기 절연성 접촉 패드(286)(예, 세라믹 또는 다른 전기 절연재로 형성된)에 설치된 다이오드 레이저(14)를 포함하며, 이 접촉 패드는 히트 싱크(36)에 설치된다. 전기 절연성 접촉 패드(286)의 정상 표면은 금속성 또는 다른 전기 전도성 정상 코팅 또는 표면을 갖는 제1 및 제2 전도성 구역(290A 및 290B)을 포함하며, 이 전도성 구역은 금속성 또는 다른 전기 전도성이 아닌 비 전도성 구역(291)에 의해 서로 분리된다. 보여진 바와 같이, 전도성 커넥터(예, 와이어 본드)(288)는 제1 전도성 구역(290A)을 레이저 다이오드(14)와 연결하며, 레이저 다이오드(14)는 제2 전도성 구역(290B)에 설치된다.

[0435] 연결 요소들(267A 및 267B)은 레이저 패키지(250A)(특히, 레이저 다이오드(14))를 인쇄 회로기판(258)에 전기적

으로 결합하도록 제공될 수 있다. 특히, 연결 요소(267A)는 접촉 패드(286)의 정상표면에 있는 제1 전도성 구역(290A)과 접촉할 수 있으며(예, 기계식 하중 또는 스프링 바이어스 요소(268)를 통하여), 연결 요소(267B)는 접촉 패드(286)의 정상 표면에 있는 제2 전도성 구역(290B)와 접촉할 수 있고 (예, 기계식 하중 또는 스프링 바이어스 요소(268)를 통하여), 그래서 PCB(258)로부터, 연결 요소(267A), 제1 전도성 구역(290A), 커넥터들 (예, 와이어 본드들)(288), 레이저 다이오드(14), 제2 전도성 구역(290B), 연결 요소(267B)를 거쳐서, 다시 PCB(258)에 이르는 전도성 경로를 만든다.

[0436] 접촉 패드(286)는 히트 싱크(36)로의 열전달을 촉진하기 위하여 직접적으로, 또는 열전도성 계면재(296)(예, 열전도성 그리스)를 사용하여 히트 싱크(36)에 결합될 수 있다. 접촉 패드(286)는 임의의 적절한 방식으로, 예를 들면 UV-경화 에폭시(298)를 통하여 히트 싱크(36)에 고정될 수 있다.

[0437] 변위-계 제어

[0438] 도 1에 대하여 위에서 설명한 바와 같이, 장치(10)는 장치(10)의 다양한 제어가능 동작 매개변수들(예, 방사선 소스(14), 주사시스템(48) 등의 동작 양상들)을 제어하도록 구성된 제어시스템(18)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어시스템(18)은, 장치(10)가 피부의 표면을 가로질러 이동될 때(예, 장치(10)를 글라이딩 모드 또는 스탬핑 모드로 동작시키는 동안에) 피부에 대한 장치(10)의 변위를 결정하고, 장치(10)의 결정된 변위에 기초하여 장치(10)의 하나 이상의 제어가능 동작 매개변수들을 제어하도록, 구성된 변위-계 제어시스템(132)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 변위-계 제어시스템(132)은 예를 들면, 방사선 소스(들)(14)의 방사선 모드를 제어하고, 방사선 소스(들)(14)의 온/오프 상태를 제어하고, 이러한 온/오프 상태의 타이밍(예, 펄스 트리거 지연, 펄스 지속시간, 펄스 듀티 사이클, 펄스 주파수, 시간적 펄스 패턴, 등)을 제어하고, 방사선의 매개변수들(예, 파장, 세기, 전력, 플루엔스, 등)을 제어하고, 광학물품(16)의 매개변수들을 제어하고, 빔 주사시스템(48)의 매개변수들을 제어하고(예, 온/오프 상태, 회전 속력, 회전 방향, 또는 모터(120)의 다른 매개변수들을 제어하고), 및/또는 장치(10)의 임의의 기타 제어가능 동작 매개변수들을 제어하는 등의 하나 이상의 동작 양상의 방사선 소스(들)(14)을 제어할 수 있다.

[0439] 일부 실시예들에서, 변위-계 제어시스템(132)은 또한 (a) 장치(10)의 모니터링된 변위 및/또는 (b) 시스템(132)에 의한 하나 이상의 제어가능 동작 매개변수들의 자동 제어에 기초하여, 디스플레이(32) 및/또는 하나 이상의 다른 사용자 인터페이스들(28)을 통하여 사용자에게 피드백을 제공할 수 있다. 예를 들면, 시스템(132)은 시스템(132)에 의해 검출된 데이터 또는 취해진 동작을 표시하는 청각, 시각 및/또는 촉각 피드백을 사용자에게 제공할 수 있으며, 피드백은 예를 들면 장치(10)의 변위가 예정 임계 거리를 초과하는지를 표시하는 피드백, 치료 방사선 소스(14) 또는 주사시스템(48)(예, 모터(120))이 턴온 또는 턴오프되었는지를 표시하는 피드백, 시스템(132)이 치료 방사선 소스(14)의 방사선 모드 또는 다른 매개변수를 자동적으로 변경하였는지를 표시하는 피드백 등이다.

[0440] 변위-계 제어시스템(132)은, 제어 전자장치(30), 임의의 하나 이상의 센서들(26), 사용자 인터페이스들(28) 및 디스플레이들(32)뿐만 아니라, 도 2에 대하여 위에서 설명된 제어 하위시스템들(52)(예, 방사선 소스 제어시스템(128), 주사시스템 제어시스템(132), 사용 성능 제어시스템(133), 및, 사용자 인터페이스 센서 제어 하위시스템(140) 및 사용자 입력/피드백 제어 하위시스템(142)을 포함하는 사용자 인터페이스 제어시스템(134)) 중 임의의 하나 이상의 것을 포함하고, 이용하고 그외에 협동하고 또는 통신할 수 있다.

[0441] 도 38은 특정 실시예들에 따른 변위-계 제어시스템(132)의 블록도를 도시한다. 보여진 바와 같이, 변위-계 제어시스템(132)은 변위 센서(200), 제어 전자장치(30), 및 치료 방사선 소스(14), 주사시스템(48) 및 디스플레이(32) 중 하나 이상의 것을 포함한다. 다양한 방사선-계 센서들(26)을 설명할 때, 방사선 소스(14)는 특정 센서(26)의 임의의 방사선 소스와 구별하기 위하여, "치료 방사선 소스(14)"로 지칭된다. 일반적으로, 변위 센서(200)는 피부(40)에 대한 장치(10)의 변위에 대한 데이터를 수집하고 이 데이터를 제어 전자장치(30)으로 보내며, 이 전자장치는 그 데이터를 분석하고 치료 방사선 소스(14), 주사시스템(48) 및 디스플레이(32) 중 하나 이상의 것을 통하여 피드백을 제어 또는 제공한다. 일부 실시예들에서, 제어 전자장치(30)는 또한, 센서(200)로부터 수신한 데이터와 결합하여, 하나 이상의 사용자 인터페이스들(48)을 통해 수신한 특정 사용자 입력을 분석할 수 있다. 예를 들면, 제어 전자장치(30)(예, 관련 알고리즘(148)에 의해 정의된)에 의해 제공된 적절한 제어 또는 피드백은 사용자에 의해 선택된 현재 동작 모드 및/또는 기타 설정들에 종속될 수 있다. 예를 들면, 제어 전자장치(30)에 의한 특정 응답들을 트리거하기 위한 최소 임계 변위는 사용자에 의해 선택된 현재 동작 모드에 의존할 수 있다.

[0442] 제어 전자장치(30)는 메모리(152)에 저장되고, 변위-계 제어시스템(132)의 다양한 기능들을 수행하기 위한 하나

이상의 프로세서들(150)(예, 도2에 대하여 위에서 설명한 바와 같이)에 의해 실행될 수 있는 임의의 적절한 논리명령 또는 알고리즘(154)을 포함할 수 있다. 변위 센서(200)는 피부(40)에 대한 장치(10)의 변위를 검출, 측정 및/또는 계산하도록 또는 신호들을 생성하고 장치(10)의 변위를 결정하기 위한 제어 전자장치(30)로 보내도록, 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서 예를 들면 도 40-43에 대하여 아래에 설명한 바와 같이, 변위 센서(200)는 피부의 내재(intrinsic) 피부 특징들을 식별하고 계수하도록 그리고 식별된 내재 피부 특징들의 수에 기초하여 피부를 가로지르는 장치(10)의 변위를 결정하도록 구성된 단일 화소 센서일 수 있다. 여기서 사용된 바와 같이, "내재 피부 특징들"은 (a) 피부의 표면 특징들, 예를 들면 조직 인성, 모낭 및 주름 및 (b) 서브-표면 특징들, 예를 들면, 혈관 분포 상태(vascularity) 및 색소 특징들을 둘 모두 포함한다.

[0443] 다른 실시예들에서, 예를 들면 도 45에 대하여 아래에 설명한 바와 같이, 변위 센서(200)는 화소들의 2 차원 어레이를 이용하는 마우스-형 광학센서와 같은 다중-화소 센서일 수 있다.

[0444] 특정 실시예에 따라, 변위 센서(200)(또는 다중 변위 센서들(200)의 결합)는 (i) 하나 이상의 방향에서 장치(10)의 변위들을 검출, 측정 및/또는 계산하는데, 또는 (ii) 하나 이상의 회전 방향에서 장치(10)에 의해 이동된 회전의 정도를 검출, 측정 및/또는 계산하는데, 또는 (iii) 그것들의 결합에 사용될 수 있다.

[0445] 변위-계 제어시스템(132), 및 특히 제어 전자장치(30)는 다양한 목표들 중 임의의 것을 달성하기 위하여 장치(10)의 하나 이상의 제어가능 동작 매개변수들(예, 치료 방사선 소스(14), 팬들(34) 디스플레이들(32) 등의 동작 양상들)을 제어할 수 있다. 예를 들면, 제어 전자장치(30)는, (a) 피부의 동일 구역의 과도한 치료를 없애기 위하여, (b) 인접한 또는 순차적인 치료점들(70) 또는 점들(70)의 어레이들 사이에 원하는 간격을 제공하기 위하여 (c) 치료점들(70)의 상당히 균일한 패턴 또는 기타 원하는 패턴을 생성하기 위하여, (d) 인체 피부과 같은 특정 조직에 방사선의 전달을 억제하기 위하여(즉, 눈 또는 다른 비-피부 표면들에 방사선을 전달하는 것을 없애기 위하여), (e) 및/또는 임의의 다른 적절한 목표들을 위하여 및 (f) 상기의 결합을 위하여, 치료 방사선 소스(14) 및/또는 주사시스템(48)을 제어할 수 있다.

[0446] 일부 실시예들에서, 변위-계 제어시스템(132)이 장치(10)의 글라이딩 모드와 스탬핑 모드 둘 모두에 사용될 수 있다.

[0447] 도 39는 특정 실시예들에 따른, 장치(10)가 글라이딩 모드 또는 스탬핑 모드에 사용되는 동안에, 변위-계 제어시스템(132)을 사용하여 장치(10)를 제어하기 위한 예시적 방법(400)의 플로우 챠트를 도시한다. 단계(402)에서, 장치(10)는 피부(40)에 치료점들의 제1 어레이(예, 열)를 생성하기 위하여 입력 빔(110)의 제1 주사를 수행한다. 장치(10)가 글라이딩 모드로 사용된다면, 사용자는 치료점들의 제1 어레이가 생성되는 동안에 사용자는 피부를 가로질러 장치(10)를 글라이딩시킬 수 있다. 장치(10)가 스탬핑 모드로 사용된다면, 치료점들의 제1 어레이가 생성되는 동안에 사용자는 장치(10)를 피부에 부동상태로 유지할 수 있다. 단계(402)로서 주사는 이 상세한 설명에서 "제 1" 주사라 불리어지지만, 방법(400)은 치료시간 동안에 연속 반복 또는 루핑 공정이라고 이해되어야 하며, 그래서 "제 1" 주사는 치료시간동안에 임의의 특성 주사일 수 있다(예, 공정동안에 37^{th} 주사).

[0448] 단계(404)에서, 변위-계 제어시스템(132)은 변위센서(200)를 사용하여 피부의 표면을 가로질러 장치(10)의 변위를 모니터링 및 분석하는 제1 모니터링 공정을 수행한다. 예를 들면, 아래에 설명된 바와 같이, 장치(10)가 피부를 가로질러 이동될 때(예, 치료점들의 제1 어레이의 발생 동안 및/또는발생 후에 글라이딩 모드에서; 또는 치료점들의 제1 어레이의 발생 후에 스탬핑 모드에서), 변위-계 제어시스템(132)은 피부의 표면특징들(74)을 식별 및 계수하기 위하여 신호(360)를 분석하고(예, 단일-화소 변위센서(200)(예, 아래에 설명된 센서들(200A, 200B, 또는 200C))를 이용하는 실시예들에서), 또는 각각 다른 횟수에서 주사된 이미지들을 비교할 수 있다(멀티-화소 변위 센서(200)(예, 아래에서 설명된 센서(200D)를 이용하는 실시예들에서). 시스템(130)은 제1 주사의 개시시에, 임의의 다른 예정된 이벤트시에 또는 임의의 예정시간에, 제1 모니터링 공정을 시작할 수 있다.

[0449] 단계(406)에서, 변위-계 제어시스템(132)은 단계(404)에서(즉, 제1 모니터링 공정 동안에) 결정된 장치(10)의 변위에 기초하여 (피부(40)에 치료점들의 제2 어레이를 생성하기 위한) 입력 빔(110)의 제2 주사를 제어한다. 예를 들면, 변위-계 제어시스템(132)은 시스템(130)이 단계(404)에서 장치(10)가 피부를 가로질러 예정된 최소 거리(예, 1㎜)보다 많이 이동하였다는 것을 결정한 후에만 제2 주사를 개시할 수 있다. 그래서, 이러한 실시예들에서, 인접한 열들(72)의 대응하는 치료점들(70) 사이의 글라이딩 방향에서의 최소 간격(예, 1㎜)은 수동 글라이드 속력과 무관하게 달성될 수 있다.

[0450] 단일 화소 변위 센서

[0451] 도 40a는 특정 실시예들에 따른 변위-계 제어시스템(132)에 사용하기 위한 예시적인 단일-화소 변위센서(200A)를 도시한다. 변위센서(200A)는 광선 소스(310A), 광선 검출기(312A), 입력부분 및 출력부분(314 및 316)을 갖는 광 가이드(313), 반쪽 볼 렌즈(318), 볼 렌즈(320), 적어도 렌즈들(318 및 320)을 수용하기 위한 하우징(322) (및/또는 센서(200A)의 다른 부품들) 및 마이크로컨트롤러(330)를 포함한다.

[0452] 광선 소스(310A)는 발광 다이오드(LED) 또는 임의의 기타 적합한 광선 소스일 수 있다. 광선 소스(310A)는 표면의 미세한 상세항목들 또는 인체 피부의 체적을 검출하기 위하여 선택될 수 있다. 그래서, 반사되기 전에 피부로 상당히 얇은 깊이를 침투하는 파장이 선택될 수 있다. 예를 들면, 광선 소스(310A)는 약 560 nm의 파장을 갖는 청색 LED, 약 660 nm의 파장을 갖는 적색 LED, 또는 약 940 nm의 파장을 갖는 적외선 LED일 수 있다. 적색 파장 LED또는 적외선 파장 LED는 비교적 염가이고 실제로 잘 작동한다. 대안적으로 반도체 레이저 또는 기타 광선 소스가 사용될 수 있다.

[0453] 광선 검출기(312A)는 광 다이오드, 광 트랜지스터 또는 기타 광선 검출기일 수 있다. 일부 실시예들에서, 추가 증폭이 필요하지 않고 직접 사용가능 신호를 제공하기 위하여 충분한 전류 게인을 갖는다.

[0454] 광 가이드(313)는 광선 소스(310A)(입력 부분(314)을 통하여)로부터의 광선을 안내하고 피부로부터 반사된 광선을 검출기(312A)(출력 부분(316)을 통하여)로 안내하도록 구성된다. 입력 부분(314) 및 출력 부분(316)은 광섬유들 또는 임의의 기타 적합한 광 가이드들을 포함할 수 있다. 광선 소스(310A)와 검출기(312A)가 피부 표면에 직접적으로 광선을 영상화하거나 또는 전달하기에 충분히 가깝거나 또는 대안적으로 적합한 광학물품을 사용하여 피부 표면에 직접적으로 광선 소스(310A) 및 검출기(312A)를 영상화하거나 전달하기에 충분히 가까운 일부 실시예들의 경우에는 광 가이드(313)는 생략될 수 있다.

[0455] 마이크로프로세서(330)는 광선 소스(310A)를 구동하고 광선 검출기(312A)로부터 신호들을 받아서 분석하도록 구성될 수 있다. 마이크로컨트롤러(330)는 광선 검출기(312A)로부터의 아날로그 신호들을 변환 및 처리하기 위한 아날로그-디지털 변환기(ADC)(332)를 포함할 수 있다.

[0456] 이 실시예의 동작에서, 광선 소스(310A)로부터의 광선(예, 가시광선 또는 근적외선 에너지)은 입력 광 가이드(314)로 이동하고 반쪽 렌즈(318)를 거쳐서 볼 렌즈(320)로 이동하며, 이 렌즈는 광선을 피부 표면(38)에 집속한다. 이 광선의 일부는 피부에 의해 반사 및/또는 원래 상태로 되돌려지고 볼 렌즈(320), 반쪽 볼 렌즈(318), 및 출력 광 가이드(316)를 거쳐서 광선 검출기(312A)쪽으로 되돌려지며, 이 광선 검출기는 이 광선을 전기 신호로 변환시키고, 그리고나서 이 신호는 마이크로컨트롤러(330)로 전달된다. 광선은 국부 광선 소스로부터 일정한 배경 주변 조명 레벨의 판별이 가능하도록 조절될 수 있다.

[0457] 아래에 설명된 바와 같이, 검출기(312A)는 아날로그 신호를 마이크로컨트롤러(330)에 전달할 수 있으며, 마이크로컨트롤러는 이 신호를 디지털 신호로 변환하고(일체식 ADC(332) 또는 적합한 대체물을 사용하여), 피부의 특징들을 식별 및 계수하고 장치(10)의 상대 변위를 결정하기 위하여 시간에 따른 기록된 신호의 진폭에 대한 계산들을 수행할 수 있다.

[0458] 검출기(312A)로 회귀되는 광선의 양은 센서 광학물품과 피부 표면(38)사이의 거리 "z"의 강한 함수이다. 어떠한 표면도 존재하지 않은 상태에서 아주 작은 신호만이 발생되며 이는 광학표면들로부터 부수적으로 산란된 광선에 의해 생긴다. 변위센서에 더하여, 이 특징이 또 하나의 실시예에서 접촉 센서를 제공하도록 이용될 수 있다. 피부 표면(38)이 렌즈(320)의 초점 거리 내에 있을 때, 아주 큰 신호가 검출된다. 신호 진폭은 표면 반사율/되돌림성(remittance)뿐만 아니라 거리 z의 함수이다. 그래서, 피부 표면의 표면 조직 특징들은 검출기(312A)에서의 대응하는 신호 편차를 만든다. 마이크로컨트롤러(330)는 이 신호를 분석하고 특정 기준을 만족하는 내재 피부 특징들(74)을 식별하도록 프로그램된다. 아래에 설명한 바와 같이, 일반적인 사람들 또는 특정 그룹의 사람들 또는 인구통계학적 사람들에 대한 내재 피부 특징들(74) 사이의 추정 또는 평균 거리에 기초하여, 마이크로컨트롤러(330)는 식별된 특징들을 계수하고 x-방향에서 피부(40)에 대한 센서(200A)의 추정 변위(즉, 가로 변위)를 결정할 수 있다.

[0459] 위에 설명된 변위 센서(200A)는 그것이 단일 신호(360), 즉 단일 화소를 발생하기 위하여 광선의 단일 반사/되돌림 빔만을 사용하기 때문에, "단일 화소" 변위 센서(200A)라고 지칭될 수 있다. 다른 실시예들에서, 변위 센서(200)는 2 화소들(즉, 두 신호들(360)을 발생하기 위한 광선의 두 반사 빔들), 3 화소들, 4 화소들 또는 그 이상을 사용하는 멀티-화소 센서일 수 있다. 멀티-화소 변위 센서들(200)은 다중 화소들이 단일 선형 방향을 따라(예, 글라이드 방향, 주사 방향 또는임의의 기타 방향을 따라) 또는 임의의 적합한 2 차원 어레이(예, 원형, 사각형, 육각형, 삼각형 패턴)로 배열되도록 구성될 수 있다.

[0460] 도 40b는 특정 실시예들에 따른, 변위-계 제어시스템(132)에 사용하기 위한 또 하나의 예시적 단일-화소 변위 센서(200B)를 도시한다. 변위 센서들(200B)은 광선 소스(310B), 광선 검출기(312B), 광학물품(342), 및 마이크로컨트롤러(330)를 포함한다.

[0461] 광선 소스(310B) 및 광선 검출기(312B)는 일체식 이미터-검출기 패키지(340)에, 예를 들면 Sharp Microelectronics 사의 예를 들면 Sharp GP2S60 Compact Reflective Photointerrupter에 의해 제공된 off-the-shelf 센서에 제공될 수 있다. 광선 소스(310B)는 위에서 설명된 광선 소스(310A)와 유사할 수 있으며, 예를 들면 발광 다이오드(LED), 또는 임의의 기타 적합한 광선 소스일 수 있다. 광선 검출기(312B)는 위에서 설명된 광선 소스(310A)와 유사할 수 있으며, 예를 들면 광 다이오드, 광 트랜지스터, 또는 다른 광선 검출기일 수 있다.

[0462] 광학물품(342)은 광선 소스(310B)로부터의 광선을 타겟 표면으로 향하게 하고 또한 타겟 표면으로부터 반사/되돌려진 광선을 광선 검출기(312B)로 향하게 하기 위한 하나 이상의 광학요소들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 광학물품(342)은 소스광 집속 부분(344) 및 반사광 집속 부분(346)을 포함하는 단일 렌즈 요소(342)를 포함한다. 보여진 바와 같이, 소스광 집속 부분(344)은 광선 소스(310B)로부터의 광선을 피부 표면(38)으로 배향 및 집속할 수 있으며, 반사광 집속 부분(346)은 반사광을 검출기(312B)로 배향 및 집속할 수 있다. 렌즈 요소(342)는 원하는대로 소스광 및 반사광을 배향 및 집속하기 위한 임의의 적합한 형상을 가질 수 있다.

[0463] 마이크로컨트롤러(330)는 광선 소스(310B)를 구동시키고 광선 검출기(312B)로부터의 신호들을 수신하고 분석하도록 구성될 수 있다. 마이크로컨트롤러(330)는 광선 검출기(312B)로부터의 아날로그 신호를 변환 및 처리하기 위한 아날로그-디지털 변환기(ADC)를 포함할 수 있다.

[0464] 센서(200B)의 동작 -- 광선 검출기(312B) 및 마이크로컨트롤러(330)의 동작을 포함하는 -- 은 도 40A의 센서(200A)에 대하여 위에서 설명된 것과 유사할 수 있다. 즉, 검출기(312B)는 진폭, 타겟 표면에 수직인 거리 z에 대응하는 기타 성질 또는 내재 피부 특징들을 나타내는 다른 성질들을 갖는 신호를 기록할 수 있다. 검출기(312B)는 아날로그 신호를 마이크로컨트롤러(330)에 전달할 수 있으며, 이 마이크로컨트롤러는 이 신호를 (일체식 ADC(332)를 사용하여) 디지털 신호로 변환하고 피부의 특징들을 식별 및 계수하고 따라서 장치(10)의 상대 변위를 결정하도록 시간에 따른 기록된 신호에 대한 계산들을 수행할 수 있다.

[0465] 변위 센서(200A)와 마찬가지로, 변위 센서(200B)는 그것이 단일 신호(360), 즉 단일 화소를 발생하기 위하여 광선의 단일 반사 빔만을 사용하기 때문에, "단일-화소" 변위 센서(200B)라고 지칭될 수 있다.

[0466] 도 40c는 특정 실시예들에 따른, 변위-계 제어시스템(132)에서 사용하기 위한 다른 또 하나의 단일-화소 변위 센서(200C)를 도시한다. 변위 센서(200C)는 도 40b에 보여진 변위 센서(200B)와 일반적으로 유사하지만 변위 센서(200B)의 렌즈 요소(342)를 생략한다.

[0467] 변위 센서(200C)는 광선 소스(310C), 광선 검출기(312C), 광학물품(342), 및 마이크로컨트롤러(330)를 포함한다. 광선 소스(310C) 및 광선 검출기(312C)는 일체식 이미터-검출기 패키지(340)에, 예를 들면 Sharp Microelectronics 사의 예를 들면 Sharp GP2S60 Compact Reflective Photointerrupter에 의해 제공된 off-the-shelf 센서에 제공될 수 있다. 광선 소스(310C)는 위에서 설명된 광선 소스(310A/310B)와 유사할 수 있으며, 예를 들면 발광 다이오드(LED), 또는 임의의 기타 적합한 광선 소스일 수 있다. 마이크로컨트롤러(330)는 직류 또는 조정된 전류로 광선 소스(310C)를 구동하도록 구성될 수 있다. 광선 검출기(312C)는 위에서 설명된 광선 소스(310A)와 유사할 수 있으며, 예를 들면 광 다이오드, 광 트랜지스터, 또는 다른 광선 검출기일 수 있다.

[0468] 일체식 (또는 비 일체식) 이미터-검출기 패키지(340)는 윈도우(394)(예, 투명플라스틱 또는 유리)로 덮인 정면에 투명 구경(392)을 갖는 불투명 인클로저(390)에 수용될 수 있다. 광선 소스(310C)(예, LED)로부터의 적외선 광선은 구경(392)을 통해 빛나고 피부 표면(38)에 충돌한다. 불투명 인클로저(390)의 내부 체적으로부터 산란된 것뿐만 아니라 피부(40)으로부터 반사/되돌려진 이 광선의 일부는 구경(392)을 거쳐서 되돌아와 검출기(312C)(예, 광 검출기)에 도달하며, 이 검출기는 수광한 광선을 전기신호로 변환시킨다. 광선은 국부 광선소스로부터 일정한 배경 주변 조명 레벨의 판별을 가능케 하기 위하여 조정될 수 있다.

[0469] 검출기(312C)로 회귀되는 광선의 양은 피부 표면(38)과 광학 구경(392) 사이의 거리 "z"의 강한 함수이다. 피부 표면(38)이 윈도우(394)에 가깝거나 또는 윈도우와 접촉할 때, 더 큰 신호가 검출된다. 검출기에 어떠한 표면도 제공되지 않은 상태에서, 외부 조명 소스로부터의 배경 광선뿐만 아니라 불투명한 마스크(390) 및 윈도우(394)의 표면으로부터의 반사로 인해, 더 작은 광신호가 남게 된다.

[0470] 그래서, 검출기(312C)에 의해 기록된 신호 진폭은 피부 반사율/되돌림성뿐만 아니라 z-높이의 함수이다. 표면 조직 특징들(74)은 검출기(312C)에서 대응하는 신호 편차를 만들어낸다. 검출기(312C)는 기록된 아날로그 신호들(진폭은 적어도 z-높이를 표시함)을 마이크로컨트롤러(330)에 전달할 수 있으며, 이 마이크로컨트롤러는 이 신호들을 (일체식 ADC(332)을 사용하여) 디지털 신호로 변환하고, (신호 진폭에 기초하여) 피부의 특징들(74)을 식별하고 이러한 식별된 특징들(74)을 계수하고 또는 그외에 처리하도록 시간에 걸쳐서 기록된 신호에 계산을 수행하고 그리고 장치(10)의 상대 변위를 결정할 수 있다.

[0471] 근접 검출기에 사용된 일체식 이미터-검출기 쌍들은 소형이고, 염가이며 용이하게 이용할 수 있다. 분리된 이미터 및 검출기를 사용하는 것도 가능하다. 임의의 적합한 파장범위의 광선이 사용될 수 있지만, 검출기(312C)(예, 광 트랜지스터)의 감도 및 검출기에서 IR-통과 필터를 가지고 가시 광선을 차단하는 능력 때문에 적외선이 선택될 수 있다. 또한, 다른 피부 타입들은 더 짧은 파장들에서 보다 IR에서 더 균일한 반사율 레벨들을 보인다. 시험 결과들은 광 트랜지스터가, 추가 증폭을 필요로 하지 않고 직접 사용가능한 신호를 마이크로컨트롤러(330)의 일체식 ADC(332)에 제공하기에 충분한 전류 게인을 갖는다는 것을 보여준다.

[0472] 변위 센서들(200A 및 200B)과 마찬가지로, 변위 센서(200C)는 그것이 단일 신호(360), 즉 단일 화소를 발생하기 위하여 광선의 단일 반사 빔만을 사용하기 때문에, "단일-화소" 변위 센서(200C)라고 지칭될 수 있다.

[0473] 도41은 인체손의 피부 표면(38)위에 주사되는 광학 변위 센서(200C)의 실시예에 대한 한 쌍의 실험적 데이터 플롯을 도시한다. 광 검출기 신호(y-축)가 시간(x-축)에 대하여 임의 단위로 도시된다. 치밀한 피크들이 없는 구역은 센서 구경(392)이 피부의 고정 구역에 붙어 유지되는 시간들을 표시한다. 알고리즘은 하부 "검출 출력" 플롯을 발생시키기 위하여 입력으로 광 검출기 신호를 취하며, 그것이 장치(10)를 제어하는 데 적합한 신호이다. 예를 들면, 마이크로컨트롤러(330)는 예를 들면, 여기서 개시된 다양한 기술들 또는 알고리즘들 중의 임의의 것, 또는 임의의 기타 적합한 기술들 또는 알고리즘들을 사용하여, 광 검출기 신호를 분석하고 특정 기준을 만족시키는 내재 피부 특징들(74)을 식별하도록 프로그램될 수 있다. 일부 실시예들에서, 일반적인 사람들 또는 특정 그룹의 사람들 또는 인구통계학적 사람들에 대한 내재 피부 특징들(74) 사이의 추정 또는 평균 거리에 기초하여, 마이크로컨트롤러(330)는 식별된 특징들을 계수하고 x-방향에서 피부(40)에 대한 센서(200C)의 추정 변위(즉, 가로 변위)를 결정할 수 있다.

[0474] 위에서 설명된 단일-화소 변위 센서(200), 예를 들면 센서들(200A, 200B, 및/또는 200C)의 특정 실시예들은, 이미징-형 센서들과 비교하여, 이미징 광학물품을 필요로 하지 않는다. 또한, 단일-화소 변위 센서(200)의 특정 실시예들은 전자 장치(예, 마이크로컨트롤러)와 감지할 타겟 표면 사이에 아주 근접함을 필요로 하지 않는다. 예를 들면, 광선 소스 및/또는 검출기는 타겟 표면으로부터 이격될 수 있으며, 광 가이드들 또는 릴레이 광학물품이 광선 소스/검출기와 타겟 표면 사이에 광선을 운반하는데 사용될 수 있다. 또 하나의 예로서, 광선 소스 및/또는 검출기가 타겟 표면과 비교적 가깝게 이격될 수 있지만, 와이어링에 의해 비교적 멀리 떨어진 마이크로컨트롤러와 결합될 수 있다.

[0475] 또한, 위에 설명된 단일-화소 변위 센서(200), 예를 들면 센서들(200A, 200B, 및/또는 200C)의 특정 실시예들에서, 능동형 부품들(예, 광선 소스, 검출기 등) 및 능동 감지 구역은 상대적으로 작다(예, 표준 광학 마우스-형 이미징 센서에 비하여). 그래서, 단일-화소 변위 센서(200)가 장치(10)의 적용 단부(42)에 놓여지는 실시예들에서, 센서(200)는 적용 단부(42)에 상당히 적은 실제 공간을 점유할 수 있으며(예, 표준 광학 마우스-형 이미징 센서에 비하여), 이것은 적용 단부(42)의 전체 크기가 적어도 1 차원에서 감소될 수 있게 하며 이것이 특정 실시예들에서 유리할 수 있다.

[0476] 도 42는 센서(200A, 200B, 또는 200C)가 인체 손의 피부를 가로질러 x-방향으로 이동될 때 검출기(312A, 312B, 또는 312C)에 의해 발생된 신호(360)의 예시적 플롯(350)을 나타낸다. 플롯(350)의 x-축은, x-축상의 신호(360)의 이동이 센서(200A/200B/200C)가 피부를 가로질러 이동한 거리와 정합되도록, 크기가 조정될 수 있다.

[0477] 신호(360)의 진폭은 피부 표면의 조직과 대응되며, 이 조직은 다수의 내재 피부 특징들(74)을 포함한다. 보여진 바와 같이, 신호(360)는 일련의 피크들(362), 골들(364) 및 다른 특성치를 포함한다. 내재 피부 특징들(74)은 임의의 적절한 매개변수들 또는 알고리즘들에 기초하여 신호(360)로부터 식별될 수 있다.

[0478] 예를 들면, 다음 기준들 중의 하나 이상이 신호(360)에 기초하여 내재 피부 특징들(74)을 식별하는데 사용될 수 있다:

[0479] (a) 피크(362)의 원 진폭,

[0480] (b) 하나 이상의 다른 피크들(362) (예, 하나 이상의 인접한 피크들(362))의 진폭에 대한 피크(362)의 진폭,

[0481] (c) 하나 이상의 골들(364)(예, 하나 이상의 인접한 골들(364))의 진폭에 대한 피크(362)의 진폭,

[0482] (d) 골(364)의 원 진폭,

[0483] (e) 하나 이상의 다른 골들(364) (예, 하나 이상의 인접한 골들(364))의 진폭에 대한 골(364)의 진폭

[0484] (f) 하나 이상의 골들(364)(예, 하나 이상의 인접한 골들(364))의 진폭에 대한 골(364)의 진폭

[0485] (g) 신호(360)의 특정부분에 대한 신호(362)의 진폭에서의 증가율(즉, 신호(360)의 양의 기울기)

[0486] (h) 신호(362)의 특정부분에 대한 신호(360)의 진폭에서의 감소율(즉, 신호(360)의 음의 기울기)

[0487] (i) 인접한 피크들(362) (D_1, D_2, D_3, 등) 사이의 x-방향 거리,

[0488] (j) 인접한 골들(364) 사이의 x-방향 거리, 또는

[0489] (k) 임의의 기타 적절한 기준들.

[0490] 알고리즘(154)은 위에 열거된 기준들 중 임의의 하나 또는 하나 이상의 임의의 결합에 기초하여 내재 피부 특징들(74)을 식별할 수 있다. 이러한 알고리즘(154)은 위에 열거된 하나 이상의 기준들이 비교되는 (예정된 또는 실시간 계산된) 임계값들을 포함할 수 있다. 신호(360)의 피크들(362)에 기초하여 내재 피부 특징들(74)을 식별하는 일부 실시예들에서, 알고리즘(154)은 내재 피부 특징들(74)을 식별하기 위하여, 주 또는 글로벌 피크들(예, 피크들(362))을 부 또는 로컬 피크들(예, 로컬 피크들(368))과 구별하고, 그리고 주 또는 글로벌 피크들(362)만을 사용할 수 있다. 또 하나의 예로서, 알고리즘(154)은 내재 피부 특징들(74)을 식별하기 위하여, 주 또는 글로벌 골들(예, 골들(364))을 부 또는 로컬 골들(예, 로컬 골들(369))와 구별하고, 그리고 주 또는 글로벌 골들(364)만을 사용할 수 있다.

[0491] 내재 피부 특징들(74)을 식별하고 장치(10)의 변위를 검출하기 위하여 단일-화소 변위 센서(예, 센서(200A, 200B, 또는 200C))와 함께 사용될 수 있는 하나의 예시적인 변위 알고리즘이 도 43을 참고하여 아래에 설명된다. 도 43은 세 데이터 플롯들을 도시한다: 원 신호 플롯(370), 필터링된 신호 플롯(372) 및 내재 피부 특징 검출 플롯(374). 예시적 변위 알고리즘은 광 검출기로부터의 원 신호를 입력으로 취하고(반사율/되돌림성 대 시간을 나타냄), 출력으로서 변위가 검출되었을 때 디지털 펄스"1" 을, 그리고 어떠한 변위도 검출되지 않았을 때 "0"을, 발생시킨다. 도 43에서, 각 플롯(370, 372, 및 374)은 수평축에 시간에 대하여 플롯된 특정 신호들을 보여준다.

[0492] 원 신호 플롯(370)은 생 입력 신호"pd1"(376)를 보여주며, 이 생 입력 신호는 센서의 피부를 가로지르는 센서의 변위에 대응하는 진폭 편차들(진폭 편차들은 피부상의 내재 피부 특징들(74)에 대응한다) 및 피부에 동일한 장소에 머무르는 센서에 대응하는 플래터(flatter) 구역들을 포함한다.

[0493] 필터링된 신호 플롯(372)에서 보여진 바와 같이, 알고리즘은 원 신호 pd1의 하이패스 필터링된 버전(high-pass filtered version) "diff1" (378)을 추출하고 그리고 또한 "max1"(380)과 "min1"(382)으로 각각 표시된 양의 트래킹과 음의 트래킹 엔빌로프(envelope)를 추출한다. 양의 엔빌로프 "max1"(380)는 현재 하이-패스-필터링된 양의 신호 "dif1p"의 분율을 양의 엔빌로프 신호 "max1"의 종전 시간-스텝 값에 부가함으로써 시간의 각 점에서 생성되며, 여기서 "dif1p"는 하이-패스 필터된 신호"dif1"로부터 형성된다:

[0494] dif1p = dif1 (dif1 > 0)

[0495] dif1p = 0 (dif1 <= 0)

[0496] 유사하게, 음의 엔빌로프 "min1" (382)은 동일한 방식으로 하이-패스 필터링된 음 신호인 "dif1n"로부터 생성된다:

[0497] dif1n = dif1 (dif1 < 0)

[0498] dif1n = 0 (dif1 >= 0)

[0499] 마지막으로, 내재 피부 특징 검출 플롯(374)에 보여진 바와 같이, 특징-검출 신호(feature-detect signal) "d1" (384)는, "dif1"이 제로 크로싱(zero crossing)(즉 여기서 종전 시간 스텝 및 현재 시간 스텝은 각각 다른 신호를 갖는다)을 가지고 그리고 "max1"이 임계값을 초과하고 그리고 "min1"이 임계값을 초과하는 임의의 시간 스텝에서 1로 설정된다. 그외에는 "d1"은 0으로 설정된다. 임계 한계들은 랜덤 센서 또는 회로 노이즈 레벨들에 의한 원치않는 출력들(예, 특징-검출 거짓 양들 및/또는 거짓 음들)을 방지하도록 설계될 수 있다. 제로-크로싱 요구조건은 또한 광센서가 초기에 피부에 부딪치게 되거나(신호는 시간에 따라 큰 증가를 보임) 또는 피부로부터 제거될 때(신호를 감소함)처럼, 광신호 dif1가 완전히 양이거나 또는 음일 때 원치않는 출력들(예, 특징-검출 거짓 양들 및/또는 거짓 음들)을 방지하도록 설계될 수 있다.

[0500] 특징 검출 플롯(374)으로부터, 피부에 대한 센서의 변위는 검출된 특징들(74)의 수를 계수하여 결정될 수 있다. 그리고, 알고리즘은, (a) 검출된 특징들(74)의 수를 하나 이상의 예정 임계 수들과 비교하고(예, 적어도 3개의 특징들(74)이 검출되었다면 계속된 치료를 허용함), 또는 (b) 변위거리(예, 수 밀리미터로)를 결정하기 위하여 검출된 특징들(74)의 수에 특징들(74)사이의 공지 공칭 또는 평균 거리를 (실험 테스팅에 기초하여 결정된) 곱하고, 그리고 결정된 변위거리를 하나 이상의 예정 임계거리들과 비교함(결정된 변위가 2 ㎜를 초과하면 계속된 치료를 허용함)으로써, 제어결정들을 내릴 수 있다. 당업자는, 원한다면, 이 실시예는 율(rate) 정보가 또한 얻어지고 사용된다면 속도 센서 또는 드웰 센서를 만드는데 사용될 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

[0501] 일부 실시예들에서, 예시적 알고리즘이 단일 검출기(예, 검출기 (312A 또는 312B))를 갖는 단일 센서(예, 단일-화소 변위 센서(200A, 200B, 또는 200C))를 포함하는 시스템에서 이용될 수 있다. 다른 실시예들에서, 예시적 알고리즘이 하나 이상의 센서들(예, 하나 이상의 센서(200A, 200B, 및/또는 200C))을 갖는, 또는 하나 이상의 검출기(312)를 포함하는 센서(200)(예, 하나 이상의 검출기(312A, 312B 또는 312C)를 포함하는 센서(200A, 200B 또는 200C))를 갖는 시스템에서 이용될 수 있다. 그래서, 이러한 실시예들은 다중 특징 검출 신호들(384)을 발생시킬 수 있으며, 각각은 검출된 동일한 형태의 특징들 또는 각각 다른 형태들의 특징들을 갖는 각각 다른 센서(200) 또는 검출기(312)에 대응한다.

[0502] 다중 센서들(200) 또는 검출기들(312)을 포함하는 실시예들에서, 알고리즘은 임의의 적절한 방식으로 다중 특징 검출 신호들(384)에 기초하여 제어 결정들을 할 수 있다. 예를 들면, 알고리즘은 다중 특정 검출 신호들(384)의 각각이 예정된 수의 특징들(74)을 검출할 때만 제어 신호를 발생시킬 수 있다(그것은 상당히 더 큰 저항 내지 노이즈 또는 가능한 고장 조건들을 제공할 수 있다). 또는 알고리즘은 다중 특징 검출 신호들(384)중 임의의 신호가 예정된 수의 특징들(74)을 검출한다면 제어 신호를 발생시킬 수 있다(그것은 더 적은 조직 및 더 작은 진폭 반사율 특징들을 갖는 표면들에 대하여 예민한 상당히 더 큰 검출을 제공할 수 있다). 또는 알고리즘은 다중 특정 검출 신호들(384)에 의해 검출된 특징들(74)의 총 수에 기초하여 제어 신호들을 발생시킬 수 있다. 알고리즘은 또한 특이한(outlier) 값 특징 검출 신호(384)(기타 특징 검출 신호(384)와 비교하여)를 식별하고 이러한 신호(384)가 적어도 특이한 값으로 남아있는 동안에는 이 신호를 무시하도록 설계될 수 있다.

[0503] 사람의 샘플이 센서(200A)의 특정 실시예에서 테스트되었고 위에서 설명된 예시적 알고리즘들에 따라 내재 피부 특징들(74)을 식별하였다. 시험은 얼굴 또는 팔 피부와 같은 시험 대상들의 피부의 표면을 가로질러 직선으로 센서(200A)를 이동시킨 것과 관련된다. 센서(200A)의 특정 실시예를 사용하는 시험 데이터 결과는 인접한 내재 피부 특징들(74)(이 경우에 조직 또는 거칢)은 평균 약 0.3-0.4 ㎜ 이격되어 위치된다는 것을 표시하였다. 다시 말하면, 도 42에 대하여 시험 데이터는 약 0.3-0.4 ㎜의 평균간격 D_1, D_2, D_3 등을 표시하였다.

[0504] 장치(10)의 변위는 이 실험 데이터, 예를 들면, 내재 피부 특징들(74)사이의 평균 간격을 사용하여 결정되거나 또는 근사화될 수 있다. 예를 들면, 장치(10)의 변위는 시스템(132)에 의해 식별된 내재 피부 특징들(74)의 수를 내재 피부 특징들(74) 사이의 실험으로 결정된 평균 간격으로 곱하여, 결정되거나 근사화될 수 있다.

[0505] 그래서, 변위-계 제어시스템(132)(예, 방사선 소스 제어 시스템(128) 및/또는 주사 시스템 제어 시스템(130)의 협동에 의해)은 피부를 가로지르는 장치(10)의 결정되거나 근사화된 변위에 기초하여 장치(10)를 제어할 수 있다. 예를 들면, 변위-계 제어시스템(312)은 피부를 가로지르는 장치(10)의 변위에 대한 시스템(132)에 의해 식

별된 표면 특징들(74)의 수에 기초하여, 장치(10)의 하나 이상의 제어가능 동작 매개변수들(예, 치료 방사선 소스(14) 및/또는 주사시스템(48)의 동작 양상들)을 제어할 수 있다. 예를 들면, 시스템(132)은, N 표면특징들(74)을 식별함으로써 결정되듯이, 장치(10)가 X ㎜ 이동될 때마다, 빔들(114)의 일 주사 어레이를 전달하도록 장치(10)를 제어할 수 있다. 예를 들면, 실험데이터가 표면 특징들(74)이 0.4 ㎜의 평균만큼 이격되었다는 것을 표시한다면, 시스템(132)은, 세개의 표면 특징들(74)을 식별함으로써 결정되듯이, 장치(10)가 근사적으로 1.2 ㎜ 이동될 때마다 치료점들의 일 주사 어레이를 전달하도록 장치(10)를 제어할 수 있고; 장치(10)가 또 하나의 약 1.2㎜ 이동될 까지/이동되지 않으면(즉, 세개 표면 특징들(74)이 시스템(132)에 의해 식별될 때까지), 빔들(114)의 다음 주사 어레이가 전달되지 않는다. 시스템(132)에 의한 장치(10)의 제어의 추가 상세사항들 및 예들은 아래에 제공된다.

[0506] 그래서, 일부 실시예들에서, 변위-계 제어시스템(132)을 포함하는 제어 시스템들(18)은 피부를 가로질러 이동하는 장치(10)의 율(rate), 속력 또는 속도와 무관하게, 피부를 가로지르는 장치(10)의 변위에 기초하여 장치(10)의 동작 양상들(예, 치료 방사선 소스(14)의 동작 양상들)을 제어한다. 일부 실시예들에서 변위-계 제어시스템(132)은, 피부를 가로질러 이동하는 장치(10)의 율(rate), 속력, 또는 속도를 표시하는 임의의 데이터를 검출하거나 측정하도록, 또는 피부를 가로질러 이동하는 장치(10)의 율(rate), 속력, 또는 속도를 결정하거나 결정하려고 시도하도록, 구성되지 않는다. 오히려, 장치(10)는 피부에 대한 장치(10)의 가로 변위를 표시하는 데이터를 검출하거나 측정하도록, 그리고 예를 들어, 위에서 설명한 바와 같이 이러한 데이터를 사용하여 장치(10)의 가로 변위를 결정하도록 구성된다. 다시 말하면, 장치(10)는 아주 느리게를 포함하는 임의의 율(rate)로 이동될 수 있으며 빔들(114)은 특정 앞선 빔(114)의 전달 또는 어떤 다른 예정 이벤트에 대하여 충분한 거리가 평행이동되었을 때만, 전달된다.

[0507] 다른 실시예들에서, 장치(10)는 피부를 가로질러 이동하는 장치(10)의 율(rate), 속력, 또는 속도를 표시하는 데이터를 검출하거나 측정하기 위한, 그리고 이러한 데이터에 기초하여 장치(10)의 율(rate), 속력, 또는 속도를 결정하거나 결정하려고 시도하기 위한 운동/속력 센서(202)를 포함하는 속력 검출 시스템을 포함할 수 있다. 이러한 속력 검출 센서 또는 시스템은 변위-계 제어시스템(132) 및 변위 센서(200)에 더하여, 또는 이것들에 대신하여 제공될 수 있다.

[0508] 다른 실시예들에서, 장치(10)는 피부에 대하여 부동이거나 특정 허용오차내에서 부동인지를 표시하는 데이터를 측정하기 위한 드웰 센서(216)를 포함할 수 있다. 드웰 센서(216)는 위에서 설명한 변위 센서(200)의 양상들을 사용하지만, 특별히 장치가 부동인지에 대한 정보를 제공하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 단일-화소 변위 센서(200A/200B)에 대한 위에서 설명한 예시적 알고리즘의 모두 또는 부분들은 장치(10)가 언제 실질적으로 부동상태에 있는지를 결정하기 위하여 사용될 수 있으며(예, 도 43에 보여진 생 데이터 신호(376)의 평탄 점들을 인식함으로써), 그리고 장치(10)는 그 정보에 기초하여 제어될 수 있다(예, 방사선 소스(14)는 장치(10)가 부동이거나 머물러 있다고 결정된다면 불능이 될 수 있다).

[0509] 도 44는 도 39의 일반적인 방법(400)의 더욱 특정한 예를 도시한다. 특히, 도 44는 단일-화소 변위 센서(200A)를 이용하는 변위-계 제어시스템(132)을 사용하여 장치(10)를 제어하는 방법(420)을 도시하며, 반면에 장치(10)는 특정 실시예들에 따라, 글라이딩 모드 또는 스탬핑 모드에서 사용된다.

[0510] 단계(422)에서, 장치(10)는 단계(402)에 대하여 위에서 설명한 바와 같이, 피부(40)에 치료점들(70)의 제1 어레이(예, 열(72))를 생성하도록 입력 빔(110)의 제1 주사를 개시하고 수행한다. 도 39의 방법(400)에 대하여 위에서 설명한 바와 같이, 단계(422)에서의 주사는 이 명세서에서 "제 1" 주사라 불리어지지만, 방법(420)은 치료시간동안에 연속 반복 또는 루핑 공정이고 그래서 "제 1" 주사는 치료 시간 동안에 임의의 특정 주사일 수 있다(예, 그 공정동안에 124^{th} 주사).

[0511] 단계(424)에서, 변위-계 제어시스템(132)은, 센서(200A)를 사용하여 피부 표면을 가로질러 장치(10)의 가로 변위를 모니터링 및 분석하기 위하여, 제1 주사의 개시시에 모니터링 공정을 개시한다. 변위-계 제어시스템(132)은, 장치(10)가 피부를 가로질러 이동될 때(예, 글라이딩 모드에서는 치료점들(70)의 제1 어레이(예, 열(72))의 발생 동안 및/또는 후에; 스탬핑 모드에서는, 치료점들(70)의 제1 어레이의 발생 후에), 피부의 표면 특징들(74)의 카운트(count)를 식별하고 유지하기 위하여 신호(360)를 분석한다.

[0512] 단계(426)에서, 시스템(132)은 입력 빔(110)의 제1 주사의 완료에 의해 예정된 최소수의 표면 특징들(74) (장치(10)의 최소 가로변위에 대응함)이 식별되었는지를 결정한다. 그렇다면, 방법은 다음(제2) 주사가 제1 주사의 완료시에 연속적으로 시작되는 단계(422)로 회귀되고, 공정이 계속된다. 그렇지 않다면, 시스템(132)은 제2 주사의 개시를 지연시키고 시스템(132)이 예정된 최소수의 표면 특징들(74)를 식별할 때까지(즉, 시스템(132)이

장치(10)가 최소 가로변위를 이동하였다는 것을 결정할 때까지), 제1 모니터링 공정(즉, 방법이 단계(424)로 회귀함)을 계속한다. 일단 시스템(132)이 예정된 최소수의 표면 특징들(74)을 식별하였다면, 일부 실시예들에서 장치(10)는 회전 주사요소(100)의 회전 위치에 무관하여 입력 빔(108)의 제2 주사를 즉시 개시한다(즉, 제2 주사가 요소(100)의 임의의 섹터(104)에서 시작될 수 있음). 다른 실시예들에서, 장치(10)는 제2 주사를 즉시 개시하기 위하여(예, 제2 주사가 예정된 "제 1" 섹터(104)에서 시작하도록) 회전 주사요소(100)가 특정 위치에 위치될 때까지 대기한다.

[0513] 이 방식으로, 시스템(132)은 점들(70)의 각각 연속적으로 전달된 어레이(예, 열(72))가 글라이드 방향으로 피부에서 식별된 예정된 최소수의 표면 특징들(74)에 대응하는 적어도 예정 거리만큼, 종전 생성 어레이(예, 열(72))로부터 이격되는 것을 보장한다. 위에 서 언급한 바와 같이, 이 방법은 장치(10)의 글라이딩 모드 및 스탬핑 모드에 모두 적용될 수 있다.

[0514] 이 예시적 방법에서, 장치(10)(예, 치료 방사선 소스(14) 및/또는 주사 시스템(48)의 동작 양상들)는 피부를 가로질러 이동하는 장치(10)의 율(rate), 속력 또는 속도에 무관하게 피부을 가로지르는 장치(10)의 변위에 기초하여 제어될 수 있다. 위에서 설명한 바와 같이, 일부 실시예들에서, 장치(10)는, 피부를 가로질러 이동하는 장치(10)의 율(rate), 속력, 또는 속도를 표시하는 임의의 데이터를 검출하거나 측정하도록, 또는 피부를 가로질러 이동하는 장치(10)의 율(rate), 속력, 또는 속도를 결정하거나 결정하려고 시도하도록, 구성되지 않는다.

[0515] 멀티-화소 변위 센서

[0516] 위에서 설명한 바와 같이, 일부 실시예들에서, 변위 센서(200)는 두 화소(즉, 두 신호(360)를 발생시키기 위한 광선의 두 반사빔들), 세 화소들, 네 화소들 이상을 이용하는 멀티-화소 변위 센서(200)이다. 예를 들면, 일부 실시예들은 피부에 따른 변위를 검출하기 위한, 컴퓨터 입력용 광 마우스에 사용되는 형태의 멀티-화소 이미징 상관(correlation) 센서(200D)를 이용한다.

[0517] 도 45는 특정 실시예들에 따른, 피부에 따른 변위를 검출하기 위한, 컴퓨터 입력용 특정 형태들의 광 마우스에 사용되는 형태의 멀티-화소 이미징 상관 센서(200D)를 이용한다. 변위 센서(200D)는 방사선 소스(310D), 광선 검출기(312D), 및 프로세서 (334)를 포함할 수 있다.

[0518] 방사선 소스(310D)는 예를 들면 방사선 소스(310A)에 대하여 위에서 설명한 바와 같이, 발광 다이오드(LED) 또는 임의의 다른 적합한 방사선 소스일 수 있다. 방사선 소스(310D)는 도45에 보여진 바와 같이, 피부 표면(38)에 대하여 비스듬한 각도로 광선을 전달하도록 배열될 수 있다.

[0519] 광 검출기(312D)는 성형 렌즈 광학물품(336) 및 이미징 칩(338)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 센서(200C)는 피부가 성형 렌즈 광학물품(336)의 초점면 내에 있도록 구성되며, 이 초점면은 도 45에 거리 z로 표시된 바와 같이, 성형 렌즈 광학물품(336)의 표면으로부터 수 밀리미터 이격될 수 있다. 선택적으로, 릴레이 렌즈들의 시스템은 외부 초점면으로부터 검출기(312D)까지의 총 거리를 연장하기 위하여 검출기(312D)와 피부 표면(38)사이에 추가될 수 있다.

[0520] 검출기(312D)는 방사선 소스(310D)에 의해 조사된 피부 표면(38)의 구역의 2 차원 멀티-화소 "이미지"를 생성하도록 구성될 수 있다. 이미지는 화소들의 2 차원 어레이로 이루어지며, 각 화소는 단일-화소 센서(200A, 200B, 또는 200c) 의 신호(360)와 유사한 신호(360)를 갖는다. 이미징 칩(338)은 멀티-화소 신호 어레이에 대응하는 프로세서(334)로의 디지털 출력 스트림을 생성하도록 구성될 수 있다.

[0521] 프로세서(334)는 방사선 소스(310D)를 구동하고 광 검출기(312D)로부터의 신호들의 멀티-화소 어레이를 받아서 분석하도록 구성될 수 있다. 특히, 프로세서(334)는 검출기(312D)로부터 받은 각각 다른 멀티-화소 이미지들(예, 연속적으로 받은 이미지들)을 비교하여 하나 이상의 방향들에서의 선형 변위들, 회전 변위들 및/또는 피부 표면(38)을 가로지르는 센서(200D)의 가로 변위들을 결정할 수 있다.

[0522] 도 46은 멀티-화소 변위 센서(200C)를 이용하는 변위-계 제어시스템(132)을 사용하여 장치(10)를 제어하기 위한 예시적 방법(440)을 도시하며, 반면에 장치(10)는 특정 실시예들에 따라, 글라이딩 모드 또는 스탬핑 모드에서 사용된다.

[0523] 단계(442)에서, 장치(10)는 단계(402)에 대하여 위에서 설명한 바와 같이, 피부(40)에 치료점들의 제1 어레이(예, 열(72))를 생성하도록 입력 빔(110)의 제1 주사를 개시하고 수행한다. 다시, 방법들 (400 및 420)에 대하여 위에서 설명한 바와 같이, 단계(442)에서의 주사는 이 명세서에서 "제 1" 주사라 불리어지지만, 방법(440)은 치료 시간동안에 연속 반복 또는 루핑 공정이고 그래서 "제 1" 주사는 치료 시간동안에 임의의 특정 주사일 수

있다.

[0524] 단계(444)에서, 변위-계 제어시스템(132)은, 센서(200C)를 사용하여 피부 표면을 가로질러 장치(10)의 가로 변위를 모니터링 및 분석하기 위하여, 입력 빔(110)의 제1 주사의 개시시에 모니터링 공정을 개시한다. 변위-계 제어시스템(132)은, 장치(10)가 피부를 가로질러 이동될 때(예, 글라이딩 모드에서는 치료점들의 제1 어레이의 발생 동안 및/또는 후에; 또는 스탬핑 모드에서는, 치료점들의 제1 어레이의 발생 후에), 신호들(360)을 분석한다.

[0525] 단계(446)에서, 시스템(132)은 입력 빔(110)의 제1 주사의 완료에 의해 장치(10)가 피부를 따라 예정된 최소 거리 이동되었는지를 결정한다. 그렇다면, 방법은 다음(제2) 주사가 제1 주사의 완료시에 연속적으로 시작되는 단계(442)로 회귀되고, 공정이 계속된다. 그렇지 않다면, 시스템(132)은 제2 주사의 개시를 지연시키고 시스템(132)이 장치(10)가 피부를 가로질러 예정된 최소 거리를 이동하였다는 것을 결정할 때까지, 시스템(132)은 제1 모니터링 공정(즉, 방법이 단계(444)로 회귀함)을 계속한다. 일단 시스템(132)이 장치(10)가 예정된 최소 거리를 이동하였다는 것을 결정한다면, 일부 실시예들에서 장치(10)는 회전 주사요소(100)의 회전 위치에 무관하여 입력 빔(110)의 제2 주사를 즉시 개시한다(즉, 제2 주사가 요소(100)의 임의의 섹터(104)에서 시작될 수 있음). 다른 실시예들에서, 장치(10)는 제2 주사를 즉시 개시하기 위하여(예, 제2 주사가 예정된 "제 1" 섹터(104)에서 시작하도록) 회전 주사요소(100)가 특정 위치에 위치될 때까지 대기한다.

[0526] 이 방식으로, 시스템(132)은 점들(70)의 각각 연속적으로 전달된 어레이(예, 열(72))가 글라이드 방향으로 피부에서 식별된 예정된 최소수의 표면 특징들(74)에 대응하는 적어도 예정 거리만큼, 종전 생성 어레이(예, 열(72))로부터 이격되는 것을 보장한다. 위에 서 언급한 바와 같이, 이 방법은 장치(10)의 글라이딩 모드 및 스탬핑 모드에 모두 적용될 수 있다.

[0527] 이 예시적 방법에서, 장치(10)(예, 치료 방사선 소스(14) 및/또는 주사 시스템(48)의 동작 양상들)는 피부를 가로질러 이동하는 장치(10)의 율(rate), 속력 또는 속도에 무관하게 피부를 가로지르는 장치(10)의 변위에 기초하여 제어될 수 있다. 위에서 설명한 바와 같이, 일부 실시예들에서, 장치(10)는, 피부를 가로질러 이동하는 장치(10)의 율(rate), 속력, 또는 속도를 표시하는 임의의 데이터를 검출하거나 측정하도록, 또는 피부를 가로질러 이동하는 장치(10)의 율(rate), 속력, 또는 속도를 결정하거나 결정하려고 시도하도록, 구성되지 않는다.

[0528] 치료 시간

[0529] 일부 실시예들에서, 제어시스템(18)은 (a) 피부(40)에 생성된 치료점들/MTZs의 총 수, (b) 빔(110)의 주사들의 총 수, (c) 피부(40)에 전달된 에너지의 총량, (d) 총 치료시간, 또는 임의의 기타 적절한 구분자(들)과 같은 하나 이상의 "치료 구분자들(treatment delimiters)"에 기초하여, 각각의 치료 시간들(sessions)을 정의하고 제어한다.

[0530] 일부 실시예들에서, 치료 구분자들은 치료들의 각각 다른 "형태들"에 대하여 특정된다. 치료들의 각각 다른 형태들은 (a) 인체의 각각 다른 구역들의 치료들(예, 안와골 구역, 입 근처 구역, 손의 등, 복부, 무릎 등), (b) 각각 다른 치료 에너지 또는 세기 레벨들(예, 고 에너지 치료, 중 에너지 치료, 저 에너지 치료), (c) 각각 다른 스테이지들의 멀티-시간 치료 플랜에 대한 각각 다른 치료들(예, 제1 시간 치료, 중-스테이지 시간 치료, 또는 최종 시간 치료), 또는 임의의 각각 다른 형태들의 치료들을 포함할 수 있다.

[0531] 또한, 치료 구분자들은 치료 형태들의 각각 다른 결합들에 대하여 특정될 수 있다. 예를 들면, 전체 치료점/MTZ 구분자에 대한 각각 다른 값들은 치료 구역과 치료 에너지 레벨의 각각 다른 결합들에 대하여 특정될 수 있다. 예를 들면, 장치(10)는 다음 구분자 값을 실시한다: (a) 전체-안면치료 (예, 300 cm2의 가정 구역을 기준으로)에 대하여, 고 에너지 전체-안면 치료에 대하여 39,000 MTZs, 중간 에너지 전체-안면 치료에 대하여 21,600 MTZs, 그리고 저 에너지 전체-안면 치료에 대하여 10,800 MTZs ; (b) 안와골 구역 치료(예, 20 cm2의 가정 구역을 기준으로)에 대하여, 고 에너지 안와골 치료에 대하여 2,600 MTZs, 중간 안와골 치료에 대하여 1,440 MTZs 그리고 저 에너지 안와골 치료에 대하여 720 MTZs ; 그리고 (c) 양 손의 치료(예, 150 cm2의 가정 구역을 기준으로)에 대하여, 고 에너지 손 치료에 대하여 19,500 MTZs, 중간 에너지 손 치료에 대하여, 10,800 MTZs, 그리고 저 에너지 손 치료에 대하여 5,400 MTZs ; 및 (c).

[0532] 각각 다른 치료 형태들(또는 각각 다른 치료 형태들)에 대한 치료 구분자들은 미리 정하여 장치(10)에 프로그램화되고, 사용자 인터페이스(18)에 의해 설정 또는 변경되고, 사용자 입력, 장치(10)에 저장된 설정값 및/또는 장치(10)에 저장된 알고리즘들을 기초하여 결정되거나, 또는 임의의 기타 적절한 방식으로 결정될 수 있다. 일부 실시예들에서, 각각 다른 치료들에 대한 치료 구분자들은 실험 테스트에 기초하여 결정되고 장치(10)에 프로

그램된다. 예를 들면, 실험 테스트는 전체 안면에 대한 적절한 치료 시간은 10,000-45,000 치료 점들을 수반하고, 안와골 부위에 대한 적절한 치료 시간은 700-3,000 치료 점들을 수반하고, 입 부위에 대한 적절한 치료 시간은 2,700-11,000 치료 점들을 수반하고, 손등에 대한 적절한 치료시간은 5,400-22,000 치료 점들을 수반한다. 이들 치료 구분자는 장치(10)에 저장되고, 또한 사용자가 사용자 인터페이스(18)를 통하여 "전체 안면 치료", "안와골 치료", 또는 "손 치료" 로부터 선택할 때 제어 시스템(18)에 의해 적절하게 실행될 수 있다.

[0533] 치료 시간이 (a) 치료점들의 총 수, (b) 빔 주사들의 총 수 또는 (c) 타겟에 전달된 에너지의 총량과 같이 시간을 기준으로 하지 않는 치료 구분자들에 의해 정의되는 경우에, 사용자가 장치(10)를 피부를 가로질러 이동시키는 율 또는 속력(예, 글라이드 속력)은 -- 있다면 아주 고속의 글라이딩 속력들을 제외하고 - 적어도 특정 실시예들 또는 장치(10)의 구성들에서 시간 동안에 전달되는 치료의 유효성과 크게 또는 실질적으로 관련이 없을 수 있다. 예를 들면, 글라이드 속력은 치료 시간을 마치는데 장치(10)가 피부를 가로질러 글라이드되어야 하는 횟수(the number of times)에 영향을 줄 수 있지만(글라이드 속력이 빠를수록, 치료시간을 마치는데 더 많은 글라이드가 요구된다), 시간 동안의 특정 치료 구분자, 예를 들면 치료점들의 총 수 또는 피부(40)에 전달된 에너지의 총량에 영향을 주지 않는다.

[0534] 또한, 일부 실시예들에서, 치료점들 사이의 간격에 관련된, 치료의 유효성은 일반적으로는 장치(10)의 글라이드 속력에 의해 영향을 받지 않는다. 피부를 가로지르는 장치(10)의 결정된 변위에 기초하여, 빔 전달 및 그래서 치료점 발생을 제어하는 변위-계 제어시스템(132)을 포함하는 실시예들에서, 시스템(132)은 연속적 주사 치료점 열들/어레이들 사이의 적어도 최소 간격을 보장하며, 이것은 임의 구역의 과잉 방사선 조사의 기회를 감소시키거나 실질적으로 없앤다. 특히, 변위-계 제어시스템(132)은, 저속 글라이드 속력들 동안에 그리고 글라이드 속력을 검출하거나 결정하지 않고, 연속 주사 치료점 열들/어레이들 사이의 적어도 최소 간격을 보장할 수 있다. 그래서, 변위-계 제어시스템(132)은 극히 저속의 글라이드 속력들에서 조차도, 임의의 특정 구역의 과잉 방사선 조사의 가능성을 감소시키거나 실질적으로 없앨 수 있다.

[0535] 또한, 치료시간이 장치(10)의 피부(40)을 가로지르는 다중 글라이드들을 수반한 경우에, 각각의 다른 글라이드들 동안에 생성된 치료점들은 전형적으로 다른 것과 일직선으로 배열되지 않을 것이며, 이것은 임의 구역들을 과잉 조사하지 않고 원하는 치료 효과를 제공하도록 충분하거나 원하는 난잡도(randomness) 및/또는 밀도 균일성을 갖는 치료점 패턴을 일반적으로 만들어낸다. 그래서, 신속한 글라이드 속력은 사용자가 관련 치료 구분자에 도달하기 위해서는 더 많은 글라이드들을 수행할 것을 필요로 하지만(예, 생성된 총 치료점들 또는 전달된 총 에너지), 신속한 글라이드 속력들은 임의의 구역들을 과잉 조사하지 않고 충분하거나 또는 원하는 치료점 패턴들을 제공할 수 있다.

[0536] 글라이드 속력은, 도 26b에 대하여 설명한 바와 같이, 각각의 치료점들의 형상, 예를 들면, 치료점들의 늘어나기의 정도, "흔들림" 또는 "되묻음"에 영향을 줄 수 있다는 점을 주목하여야 한다. 그래서, 장치(10)의 동작 양상들은, 글라이드 속력들의 합리적인 범위내에서(즉, 아주 고속의 글라이드 속력들 보다 적은), 치료점들의 늘어나기 또는 되묻음은 치료점들의 생리적 유효성에 실질적으로 영향을 주지 않도록 구성될 수 있다. 장치(10)의 일부 실시예들 또는 구성들에서, 아주 고속의 글라이드 속력들에서는 치료점들의 늘어나기 또는 되묻음은 치료의 유효성에 유의미하게 감소시킬 수 있다. 예를 들면, 매우 길쭉한 치료점내의 에너지 밀도는 매우 낮아서 의도한 효과를 제공할 수 없다. 그래서, 사용자에게 원하는 치료효과를 보장하기 위하여 장치(10)를 이동시킬 율(rate) 또는 속력에 대한 일반적인 안내(예, 디스플레이(32)를 통하여 또는 사용자 메뉴얼에서)가 제공될 수 있다. 예를 들면, 사용자는 피부(40)를 가로질러 글라이드 당 약 3 초의 율 또는 속력으로 장치(10)를 글라이딩하도록 지시를 받을 수 있다.

[0537] 도 47은 장치(10)를 가지고 치료(예, 부분 치료)를 사용자에게 제공하기 위하여, 치료 시간을 실행하기 위한 예시적인 방법(460)을 도시한다. 단계(462)에서, 수행될 치료시간을 위한 하나 이상의 구분자들이 위에서 설명한 바와 같이, 임의의 적절한 방식으로 결정된다. 이 설명을 목적으로 단일 치료 구분자가 결정되었다고 가정한다. 예를 들면, 제어시스템(18)은 사용자 인터페이스(18)를 통해 사용자에 의해 선택된 치료 구역(예, 전체 안면 또는 안와골 구역)에 기초하여 치료 시간 동안의 치료점들의 예정된 총 수를 결정할 수 있다: 예를 들면, 1200개의 치료점들. (치료점들의 수는 장치(10)에 출력된 출력 빔들(112)의 수와 동일하다고 가정할 수 있다).

[0538] 단계(464)에서, 사용자가 장치(10)를 피부(40)에 맞대어(against) 위치시킨 후에, 장치(10)는 치료 시간을 시작할 수 있다. 특히, 제어시스템(18)은 빔들(114)의 주사 어레이들(예, 열들(72))을 피부(40)에 전달하여, 단계(466)에 표시된 바와 같이, 치료점들(70)의 어레이를 생성한다. 장치가 글라이딩 모드에서 동작한다면, 장치(10)는 빔-주사 및 전달 공정 동안에 피부를 가로질러 연속적으로 글라이딩할 수 있다. 장치가 스탬핑 모드에서

동작한다면, 장치(10)는 각 주사 동안에 적소에 유지되며, 그리고 나서 다음 주사를 수행하기 위한 다음 치료 장소로 피부표면을 가로질러 이동되거나 또는 글라이딩될 수 있다. 입력 빔(110)의 각 주사가 시작되고 끝날 때, 및/또는 장치(10)가 다음 주사(변위 모니터링 및 제어 시스템(132)에 의해 결정된)를 수행하기 위한 충분한 거리를 이동하였다면 또는 장치(10)가 다음 주사를 수행하기 위한 충분한 거리를 이동하였을 때, 사용자는 (청각, 가시광선 또는 촉각 알림에 의해) 지시를 받을 수 있다. 글라이딩 모드 또는 스탬핑 모드에서, 사용자는 치료 시간동안 임의 횟수로 (예, 피부의 원하는 구역을"그리기(paint)" 위하여) 장치를 피부를 가로질러 글라이딩 또는 이동시킬 수 있다.

[0539] 치료 시간 동안에, 단계(468)로 표시한 바와 같이, 변위 모니터링 및 제어 시스템(132)은 장치가 피부를 가로질러 이동할 때 장치의 가로변위를 모니터링하고, 따라서 위에서 설명한 바와 같이 출력 빔들의 전달/치료점들의 발생을 제어할 수 있다. 예를 들면, 시스템(132)은 치료점들의 연속 열들이 적어도 최소 거리만큼 글라이드 방향으로 이격되는 것을 보장할 수 있다.

[0540] 또한, 치료 시간 동안에, 제어시스템(18)은 단계(470)에서 표시된 바와 같이, 단계(462)에서 결정된 치료 구분자를 모니터링할 수 있다. 예를 들면, 제어 시스템(18)은 치료 시간 동안에 생성된 치료점들의 수의 운전 카운트(running count)를 유지할 수 있다. 단계들(468 및 470)은 치료 시간의 지속 시간 전체에 걸쳐서 함께 수행될 수 있다.

[0541] 단계(472)에서, 제어시스템(18)은 치료 구분자가 예정 한계에 도달하였는지를 결정한다. 예를 들면, 제어시스템(18)은 시간 동안에 생성되었던 치료점들의 수가 단계(462)에서 결정된 치료점들의 예정된 수(예, 1200개의 치료점들)에 도달되었는지를 결정할 수 있다. 그렇다면, 치료 시간은 단계(474)에서 완료된다. 예를 들면, 제어시스템(18)은 치료 방사선 소스(14) 및/또는 주사 시스템(48)을 턴오프시킬 수 있다. 그렇지않다면, 단계들(466-472)은 치료 구분자가 도달될 때까지 계속된다.

[0542] 일부 실시예들에서, 사용자에게 치료(예, 부분 치료)를 제공하기 위한 치료 시간은 위에서 설명한 바와 같이, 장치(10)가 피부를 가로질러 이동되는 율 또는 속력에 관계없이 방법(460)에 따라 완료될 수 있다.

[0543] 롤러-형 변위 센서 또는 운동/속력 센서

[0544] 일부 실시예들에서, 장치(10)는 변위 센서(200) 또는 드웰 센서(216)로서, 또는 운동/속력 센서(202)로서, 또는 모두로서 기능을 하는 하나 이상의 롤러-계 센서들(218)을 포함할 수 있다. 롤러-계 센서(218)는 장치(10)의 치료 팁(42)에 또는 상기 치료 팁(42)의 근처에 배열될 수 있으며, 하우징(24)의 주변 또는 인접 부분의 선도 표면과 일반적으로 동일한 높이이거나 또는 상기 선도 표면으로부터 약간 전방으로 돌출한 선도 표면을 갖는 롤러(480)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 롤러(480)의 선도 표면은 피부-접촉 표면(74)을 정의할 수 있으며, 예를 들면 롤러(405)의 윈도우(44)로의 근접도 및/또는 장치(10)가 사용자에 의해 피부에 대고 눌리어지는 힘에 따라, 상기 피부-접촉 표면은 치료 윈도우(44)의 피부 표면으로부터 거리(만약 있다면)에 영향을 주거나 주지 않을 수 있다.

[0545] 도 48a-48g는 장치(10)의 특정 실시예들에 사용될 수 있는 롤러-계 센서(218A-118G)의 예시적 예들을 도시한다. 각 실시예는, (a) 장치(10)의 변위(예, 롤러(45)의 각 회전의 검출량에 기초한), (b) 장치(10)의 수동 글라이드 속력(예, 롤러(45)의 회전의 검출 속력에 기초한), (c) 드웰 센서(예, 회전 또는 비 회전에 기초한), 또는 (d) 위의 것들의 모두를 표시하는 신호들을 발생하도록 구성된 검출 시스템(482)에 (예, 기계적, 광학적, 자기적, 전기적 등으로) 결합된 롤러(480)를 포함한다.

[0546] 장치(10)가 피부를 가로질러 수동으로 이동될 때, 롤러(480)는 피부 표면에 대한 장치의, 가로 변위 및 수동 글라이드 속력에 각각 대응하는 정도 및 속력으로 회전하고 또는 "구른다(rolls)" 검출 시스템(482)은 그의 롤러(480)와의 결합 또는 상호작용을 통하여, 가로 변위 및/또는 수동 글라이드 속력을 표시하는 신호들을 발생하고, 그리고 신호들로 프로세서(150)와 통신하며, 상기 프로세서는 장치(10)의 변위 및/또는 글라이드 속력 및/또는 부동의 상태를 결정하기 위하여 이러한 신호들을 변환 및/또는 처리할 수 있다. 이어서, 장치(10)의 결정된 변위 및/또는 글라이드 속력 및/또는 부동의 상태는, 여기서 설명한 바와 같이, 장치(10)의 하나 이상의 제어가능 동작 매개변수들을 (예, 방사선 소스(14)의 제어 동작 매개변수들)을 제어하는데, 사용될 수 있다.

[0547] 일부 실시예들에서, 롤러-계 센서(218)는 변위-계 제어시스템(132)에 사용하기 위한 변위 센서(200)로서 동작하도록 구성될 수 있으며, 여기서 설명된 변위-계 제어 기술들중 임의의 것에 대하여 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 롤러-계 센서(218)는 장치(10)의 변위를 표시하는 신호들을 측정, 검출 또는 생성하지만, 장치(10)의 수동 글라이드 속력을 표시하는 신호들을 측정, 검출 또는 생성하지 않는다.

[0548] 예시적 실시예에서, 롤러(480)는 롤러(480)의 29 도 회전이 장치(10)의 1 ㎜ 변위들에 대응하도록, 약 4 ㎜의 직경을 갖는다(롤러(480)와 피부 사이에 어떠한 슬립도 없다고 가정한다). 일부 실시예들에서, 검출 시스템(482)은 약 1 ㎜의 입상성(granularity)에 대한 장치 변위들에 민감할 수 있다.

[0549] 도 48a는 장치(10)의 변위 및/또는 글라이드 속력을 표시하는 신호들을 발생시키기 위하여 벨트-구동 광-차단 검출 시스템(482A)을 포함하는 예시적 롤러-계 센서(218A)를 도시한다.

[0550] 도 48b 및 도 48c는 물리적 암의 굴곡(flexure)에 기초하여, 장치(10)의 변위 및/또는 글라이드 속력을 표시하는 신호들을 발생시키는 검출 시스템(482B)을 포함하는 예시적 롤러-계 센서(218B)를 도시하며, 상기 물리적 암은 휘트스톤 브리지(Wheatstone Bridge)에 걸쳐서 스트레인을 일으키고 따라서 장치 이동에 대응하는 저항의 변화를 일으킨다.

[0551] 도 48d는 홀-효과 센서와 롤러(480)의 주위 둘레의 하나 이상의 자석들 사이의 상호 작용에 기초하여, 장치(10)의 변위 및/또는 글라이드 속력을 표시하는 신호들을 발생시키는 검출(482D)을 포함하는 예시적 롤러-계 센서(218D)를 도시한다.

[0552] 도 48e는 "안테나"와 기어 또는 기타 회전요소 사이의 측정 커패시턴스에 기초하여 장치(10)의 변위 및/또는 글라이드 속력을 표시하는 신호들을 발생하기 위하여 검출 시스템(482E)을 포함하는 예시적 롤러-계 센서(218E)를 도시한다.

[0553] 도 48f는 반사 광학 방사선의 측정치들에 기초하여, 장치(10)의 변위 및/또는 글라이드 속력을 표시하는 신호들을 발생시키 위하여 검출 시스템(482F)을 포함하는 예시적 롤러-계 센서(218F)를 도시한다.

[0554] 마지막으로, 도48g는 장치(10)의 변위 및/또는 글라이드 속력을 표시하는 신호들을 발생시키기 위하여 기어-구동 광 차단 검출 시스템(482G)을 포함하는 예시적 롤러-계 센서(218G)를 도시한다.

[0555] 용량형 센서

[0556] 장치(10)의 하나 이상의 센서들(26)은 용량형 센서일 수 있고 또는 용량형 센서를 포함할 수 있다. 위에 설명한 바와 같이, 피부-접촉 센서(204)는 용량형 센서일 수 있으며, 이 용량형 센서에서는 센서(204)가 피부와 접촉상태에 있거나 또는 피부와 충분한 근접 상태에 있는지를 결정하기 위하여 신호 진폭이 분석된다. 또한, 변위 센서(200), 운동/속력 센서 (202), 및/또는 드웰 센서(216)는 용량형 센서일 수 있고 또는 다른 형태들의 센서 이외에 용량형 센서를 포함할 수 있다(예, 센서(200, 202, 또는 216)는 예를 들면 리던던시(redundancy)를 제공하기 위하여 원하는 기능성을 제공하기 위한 용량형 센서이외에 광 반사/되돌림성 센서를 포함할 수 있다).

[0557] 피부의 접촉한 용량형 센서(예, 장치(10)의 적용 단부(42)에 위치된 용량형 센서)는 센서와 피부 사이의 접촉과 연관된 커패시턴스의 정도를 나타내는 신호(예, 고 주파수 신호)를 발생할 수 있다. 예를 들면, 용량형 센서의 신호는 센서와 타겟 표면 사이의 상대 변위에 반비례할 수 있다. 인체피부면은 완전히 매끄럽지 않는 않고 및/또는 인간은 장치(10)의 수동이동 동안에 완전한 정상 운동을 얻을 수 없기 때문에, 장치(10)와 피부 사이의 정지마찰(staic friction) 및/또는 기타 물리적 원리들은 피부를 가로질러 장치(10)의 "스틱-앤-슬립(stick-and-slip)" 이동을 초래하고, 그것은 센서와 피부표면 사이에 마이크로 변위를 일으킨다. 장치(10)의 스틱-앤-슬립 이동에 의한 이 마이크로-변위는 센서의 공칭 정상-상태 커패시턴스 신호에 더하여 평행이동 신호(translational signal)를 초래하여, 전체 커패시턴스 신호를 제공할 수 있다. 전체 커패시턴스 신호의 진폭 및/또는 다른 양상들은 장치가 피부를 가로질러 이동하고 있는지 또는 동일한 장소에 머물러 있는지를 결정하기 위하여 분석될 수 있다. 그래서, 용량형 센서는 드웰 센서(216)로서 사용될 수 있다. 이러한 분석은 예를 들면, 신호를 하나 이상의 임계값들과 비교하는 임의의 적절한 알고리즘을 포함할 수 있다.

[0558] 또 하나의 예로서, 전체 커패시턴스 신호는 피부를 가로질러 이동하는 장치(10)의 속력을 결정하거나 측정하기 위하여 분석될 수 있다. 그래서, 용량형 센서는 글라이드 속력 센서(202)로서 사용될 수 있다. 또 하나의 예로서, 전체 커패시턴스 신호는 피부를 가로질러 이동하는 장치(10)의 변위를 결정하거나 측정하기 위하여 분석될 수 있다. 그래서, 용량형 센서는 변위 센서(200)로서 사용될 수 있다.

[0559] 사용 성능 제어

[0560] 도 1에 대하여 위에서 설명한 바와 같이, 장치(10)는 장치(10)의 다양한 제어가능 동작 매개변수들(예, 방사선 소스(14), 주사시스템(48), 등의 동작 양상들)을 제어하도록 구성된 제어시스템(18)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어시스템(18)은 장치(10)가 (a) 피부와 접촉하고 있고 또한 (b) 피부를 가로질러 충분히 이동하고 있는지에 기초하여(예, 장치(10)의 최소 변위 또는 글라이드 속력에 기초하여), 장치(10)의 동작(예, 방사선

의 발생 및/또는 전달)을 제어하도록 구성된 사용 성능 제어시스템(133)을 포함할 수 있다. 사용 성능 제어시스템(133)은 특정 실시예에 따라, 변위-계 제어시스템(132)에 더하여 제공되거나 또는 대신하여 제공될 수 있다.

[0561] 일부 실시예들에서, 사용 성능 제어시스템(133)은, 예를 들면, 방사선 소스(들)(14)의 방사선 모드를 제어하고, 방사선 소스(들)(14)의 온/오프 상태를 제어하고, 이러한 온/오프 상태의 타이밍(예, 펄스 트리거 지연, 펄스 지속시간, 펄스 듀티 사이클, 펄스 주파수, 시간 펄스 패턴, 등)을 제어하고, 방사선의 매개변수들(예, 파장, 세기, 전력, 플루엔스, 등)을 제어하고, 광학물품(16)의 매개변수들을 제어하고, 빔 주사시스템(48)의 매개변수들을 제어하고(예, 모터(120)의 온/오프 상태, 회전 속력, 회전 방향, 또는 기타 매개변수들을 제어하고) 및/또는 장치(10)의 임의의 기타 제어가능 동작 매개변수들을 제어하는 등, 방사선 소스(들)(14)의 하나 이상의 동작 양상들을 제어할 수 있다.

[0562] 일부 실시예들에서, 사용 성능 제어시스템(133)은 또한 (a) 장치(10)의 모니터링된 피부 접촉 및 변위 상태 및/또는 (b) 시스템(133)에 의한 하나 이상의 제어가능 동작 매개변수들의 자동 제어에 기초하여, 디스플레이(32) 및/또는 하나 이상의 다른 사용자 인터페이스들(28)을 통하여, 사용자에게 피드백을 제공할 수 있다. 예를 들면, 시스템(133)은 시스템(133)에 의해 검출된 데이터 또는 시스템(133)에 의해 취해진 작동들을 나타내는 청각, 시각 및/또는 촉각의 피드백, 예를 들면 장치(10)가 피부와 접촉하고 있는지를 나타내는 피드백 및/또는 장치(10)가 피부를 가로질러 충분하게 이동하고 있는지를 나타내는 피드백, 또는 장치(10)가 피부와 접촉하고 또한 피부를 가로질러 충분히 이동하고 있는지를 나타내는 피드백을, 사용자에게 제공할 수 있다.

[0563] 사용 성능 제어시스템(133)은 제어 전자장치(30), 임의의 하나 이상의 센서들(26), 사용자 인터페이스들(28) 및 디스플레이들(32)뿐만 아니라, 도 2에 대하여 위에서 설명한, 변위-계 제어시스템(132) 및/또는 임의의 기타 제어 하위시스템들(52)(예, 방사선 소스 제어시스템(128), 주사시스템 제어시스템(132) 및 사용자 인터페이스 센서 제어 하위시스템(140) 및 사용자 입력/피드백 제어 하위시스템(142)을 포함하는 사용자 인터페이스 제어시스템(134))을 포함하고, 이용하고 또는 그외에 상기 것들과 협동하고 또는 통신할 수 있다.

[0564] 일부 실시예들에서, 사용 성능 제어시스템(133)은 하나 이상의 피부 접촉 센서들(204), 하나 이상의 변위 센서들(200), 제어 전자장치(30), 및 치료 방사선 소스(14), 주사시스템(48) 및 디스플레이(32)중 하나 이상을 포함할 수 있다. 일반적으로, 피부 접촉 센서(들)(204) 및 변위 센서(들)(200)은 장치(10)의 적용 단부(42) 의 피부(40)에 대한 접촉 및 변위에 대한 데이터를 수집하고, 그리고 이러한 데이터를 제어 전자장치(30)와 통신하며, 이 제어 전자장치는 데이터를 분석하고 치료 방사선 소스(14), 주사시스템(48) 및 디스플레이(32)중 하나 이상을 통하여 피드백을 제어 또는 제공한다. 일부 실시예들에서, 제어 전자장치(30)는 또한 센서(들)(200 및 204)로부터 받은 데이터와 함께, 하나 이상의 사용자 인터페이스들(28)을 통하여 받은 특정 사용자 입력을 분석할 수 있다. 예를 들면, 제어 전자장치(30)의 제공된 적절한 제어 또는 피드백(예, 관련 알고리즘(148)에 의해 정의된)은 현재 동작 모드 및/또는 사용자에 의해 선택된 기타 설정들에 의존할 수 있다.

[0565] 일부 실시예들에서, 사용 성능 제어시스템(133)은 장치(10)의 적용 단부(42)가 피부와 접촉하고 방사선의 발생 및 전달을 가능케할 정도로 충분한 변위를 가지고 피부를 가로질러 이동되었는지를 나타내는 하나 이상의 피부 접촉 센서들(204) 및 하나 이상의 변위 센서들(200)로부터의 신호들에 기초하여, 방사선 전달의 시작 및 정지(예, 차단)을 제어한다. 다시 말하면, 사용 성능 제어시스템(133)은 장치(10)가 피부 치료 동안에 적절하게 위치되고 이동되었는지에 기초하여 방사선의 전달을 시작/정지하도록 구성될 수 있다.

[0566] 일부 실시예들에서, 사용 성능 제어시스템(133)은 특정 동작 상황에 기초하여 방사선 전달의 시작/정지에 대한 각각 다른 기준들을 정의한다. 예를 들면, 사용 성능 제어시스템(133)은 방사선 전달을 개시하는데(예, 방사선 소스(14)를 턴온하는데) 필요한 제1 세트의 조건들 및 개시 후에 방사선 전달을 유지하는데 필요한 다른 제2 세트의 조건들을 정의할 수 있다. 또 하나의 예로서, 사용 성능 제어시스템(133)은 방사선 전달을 개시하는데(예, 방사선 소스(14)를 턴온하는데) 필요한 제1 세트의 조건들, 개시 후에 방사선 전달을 유지하는데 필요한 다른 제2 세트의 조건들, 및 방사선 전달의 차단 후에 방사선 전달을 재시작하는데 필요한 다른 제3세트의 조건들을 정의할 수 있다.

[0567] 예시적 실시예에서, 장치(10)는 예를 들면, 도 50에 보여진 예시적 배열에서, 장치(10)의 적용 단부(42)에 두개의 변위 센서들(200a 및 200b) 및 네개의 피부 접촉 센서들(204a-200d)을 포함한다. 사용 성능 제어시스템(133)은 다음에 따라, 방사선 전달을 개시, 유지, 차단 및 재시작을 위한 조건들을 정의할 수 있다:

[0568] 사용 성능 제어시스템(133)은 다음과 같이 방사선 전달의 개시, 유지, 차단 및 재시작의 조건들을 정의할 수 있다.

[0569] (1) 치료 시간의 초기 펄스/빔의 발생은 (a) 피부와의 접촉을 나타내는 독립적으로 모두 네개의 피부 접촉 센서들(204)로부터의 신호들, 및 (b) 장치들(10)이 피부를 가로질러 예정 변위를 이동하였다는 것을 나타내는 독립적으로 양 변위 센서들(200)로부터의 신호들을 필요로 한다.

[0570] (2) 초기 펄스후에, 연속된 펄싱/빔 전달은 (a) 피부와의 접촉을 나타내는 두개의 "바닥" 피부 접촉 센서들(204a 및 204b) 중 적어도 하나로부터의 신호들(도 50 참조), 및 (b) 피부와의 접촉을 나타내는 두개의 "정상" 피부 접촉 센서들(204c 및 204d) 중 적어도 하나로부터의 신호들(도 50 참조), (c) 장치들(10)이 피부를 가로질러 예정 변위 이동되었음을 나타내는 독립적으로 두개의 변위 센서들(200a 및 200b) 중 적어도 하나로부터의 신호들을 필요로 한다.

[0571] (3) 조건 세트(2)의 조건들 중 임의의 것(즉, 조건들 (2)(a), (2)(b), or (2)(c) 중 임의의 것)이 위반된다면, 시스템(133)은 즉시 또는 실질적으로 즉시 펄싱을 차단한다. 그리고나서 시스템(133)은 펄싱을 재시작할지를 결정하기 위하여 조건 세트(2)를 계속하여 적용한다. 그러나, 조건 세트(2)의 조건들 중 임의의 것이 1 초의 연속 지속시간 동안에 위반된다면, 시스템(133)은 대신에 펄싱을 재시작하기 위하여 조건 세트(1)의 더 엄격한 조건들을 적용한다.

[0572] 방사선 전달의 개시, 유지, 차단 및 재시작의 각각 다른 세트의 조건들을 사용하는 이 알고리즘은 일부 불완전한 접촉을 허용할 수 있고 및/또는 이러한 불완전한 접촉에 의한 방사선 전달의 차단 없이 센서들(200/204)과 피부 사이의 인터페이스를 감지하는 것(예, 인체의 보니(boney) 특징들 또는 기타 윤곽이 만들어진 특징들 위를 글라이딩할 때)을 허용할 수 있다. 다시 말하면, 일단 처음에 장치가 적절한 피부 접촉 및 장치 이동을 결정하였다면, 알고리즘은 짧은 지속시간(예, 1초 미만) 동안의 피부와의 일부 불완전한 접촉을 포함시키기 위하여, 피부 접촉/변위 검출 기준들을 완화한다. 이것은 장치(10)의 실용적인 "사용 성능"을 개선하여, 방사선 전달의 시작/정지 제어가 현실 세계 응용에서의 장치(10)의 실제 사용과 더 잘 일치될 수 있다.

[0573] 도 49는 알고리즘(148)으로 저장되고 예를 들면 임의의 적절한 제어 전자장치(30)를 사용하여 사용 성능 제어시스템(133)에 의해 이행될 수 있는 위에서 설명된 알고리즘의 예시적 플로우챠트를 도시한다. 우선, 시스템(133)은 현재 제어 결정이 단계(572)에서 방사선 소스(14)에 의한 초기 펄스를 고려할지를 결정한다. 그렇다면, 단계(574)에서 시스템(133)은 모든 접촉 센서들(204a-204d)의 현재 접촉을 검출하고 모든(두) 변위 센서들(200a-200b)이 피부를 가로지르는 장치(10)의 예정된 최소 변위를 검출하는지를 결정한다. 그렇다면, 시스템(133)은 단계(576)에서 방사선 소스(14)를 펄싱하기 시작한다. 그렇지 않다면, 시스템(133)은 단계(574)에서의 조건들이 만족될 때까지 센서들(200 및 204)로부터 신호들을 계속하여 수신하고 분석한다.

[0574] 초기 펄스가 전달되고 난 후에는, 시스템(133)은 펄싱을 계속하기 위하여 덜 엄격한 조건들을 적용한다. 특히, 단계(578)에서 시스템(133)은 적어도 하나의 바닥 접촉 센서(204a-204b)가 현재 피부 접촉을 검출하고, 그리고 적어도 하나의 정상 접촉 센서(204c-204d)가 현재 피부 접촉을 검출하고, 그리고 적어도 하나의 변위 센서(200a-200b)가 피부를 가로지르는 장치(10)의 예정 최소 변위를 검출하는지를 결정한다. 이들 조건이 만족되면, 시스템(133)은 (580)에서 표시된, 펄싱을 계속한다. 이들 조건중 하나 이상이 만족되는 경우에는, 시스템(133)은 (582)에서 펄싱을 차단한다. 단계(578)에서의 조건(들)의 위반이 1초 동안 연속적으로 계속된다면, 시스템(133)은 펄싱을 재시작하기 위하여 단계(574)에서 더 엄격한 기준들로 다시 되돌아간다. 단계(578)에서의 조건(들)의 위반이 1초동안 아직도 계속되지 않는다면, 시스템(133)은 펄싱을 재시작하기 위하여, 단계(578)에서 덜 엄격한 기준을 계속하여 적용할 수 있다.

[0575] 알고리즘(570)이 단지 예라는 것과, 사용 성능 제어시스템(133)이 임의의 다른 적합한 제어 알고리즘 또는 알고리즘들을 사용할 수 있다는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0576] 도 50은 일 실시예에 따른, 예를 들면 변위-계 제어시스템(132) 및/또는 사용 성능 제어시스템(133)과 함께 사용하기 위한, 장치(10)의 예시적 적용 단부(예, 피부에 의해 보여진 바와 같이)의 단면도이다. 이 예에서, 적용 단부(42)는 (a) 주사방향으로 길쭉하며 주사 빔들(114)이 피부에 전달되는 길쭉한 광학요소(16) 및 윈도우(44), (b) 4개의 용량형 피부 접촉 센서들(204a-204d) 및 (c) 한 쌍의 변위 센서들(200a 및 200b) - 각각은 광학물품(16) 또는 윈도우(44)를 통해 피부와 연결(interface)되도록 구성됨 - 을 포함한다. 다른 실시예들에서, 하나 이상의 변위 센서들(200)(및/또는 다른 형태들의 센서들)은 주사 빔들(114)으로서 동일한 광학물품(16) 또는 윈도우(44)를 통해 피부와 연결된다.

[0577] 이 실시예에서, 피부 접촉 센서들(204a-204d)은 적용 단부(42)의 코너들 근처에 제공된다. 이 배열은 피부로부터 들어올려지는 적용 단부(42)의 임의의 에지의 검출을 가능케 한다. 예를 들면, 센서들(204a 및/또는 204b)은

에지 E1가 피부로부터 들어올려지는지를 검출할 수 있고, 센서들(204c 및/또는 204d)은 에지 E2가 피부로부터 들어올려지는지를 검출할 수 있고, 센서들(204a 및/또는 204c)은 에지 E3가 피부로부터 들어올려지는지를 검출할 수 있고, 센서들(204b 및/또는 204d)은 에지 E4가 피부로부터 들어올려지는지를 검출할 수 있다. 다른 실시예들에서, 피부 접촉 센서(들)(204)의 임의의 다른 수 및 배열이 제공될 수 있다. 위에서 설명한 바와 같이, 접촉 센서들(204)은 피부와의 접촉을 검출하기 위한 용량형 센서들 또는 임의의 다른 적절한 형태의 센서들일 수 있다.

[0578] 각 광학물품(16) 또는 윈도우(44)는 광선을 피부로 전달하기 위한 및/또는 피부로부터 반사된 광선을 수광하기 위한 임의의 적절한 광경로를 제공할 수 있다. 대안적으로, 임의의 센서(26) 및/또는 빔 전달 구경은 공기에, 즉, 적용 단부(42)에서 광학물품(16) 또는 윈도우(44) 없이, 개방될 수 있다. 도시된 예에서, 12개의 주사 빔들(114)은 주사방향으로 연장되는 선형 열 패턴으로 광학물품(16) 또는 윈도우(44)를 통과한다. 그래서, 광학물품(16) 또는 윈도우(14)는 상기 12 주사 빔들(114)의 장소들에 기초하여 크기와 형상이 정해질 수 있다. 출력 윈도우(44)를 사용하는 예시적 실시예에서, 윈도우(44)는, 다양한 센서들(26) 및/또는 롤러들, 및/또는 다른 특징들을 위치시키기 위하여, 약 20 mm 길이(L_W) × 2 mm 폭(W_W)의 차원을 갖는 사각형일 수 있으며, 윈도우(44)의 각 측면에 약 3 mm(W_S)의 폭을 갖는다. 출력 광학물품(16)을 사용하는 예시적 실시예에서, 광학물품(16)은 약 5 mm의 직경과 약 20 mm의 길이(L_W)를 갖는 로드 렌즈를 포함할 수 있다.

[0579] 눈 안전

[0580] 장치(10)의 일부 실시예들은 예를 들면 장치의 적용 단부(42)로부터 주사 발산 빔들(114)을 전달하고 및/또는 하나 이상의 눈 안전 센서들(214)을 포함하는 하나 이상의 센서들(26) 및/또는 다른 형태들의 센서들(26)을 포함하는 눈 안전 제어시스템을 사용하고 및/또는 임의의 기타 적합한 방식으로, 눈 안전 방사선을 제공한다. 예를 들면, 일부 실시예들 및 설정들에서, 장치(10)는 여기서는 편리상 "레벨 1 눈 안전"으로 지칭되는, IEC 60825-1에 따른 등급 1M 또는 그 이상(등급 1과 같은)의 안전 분류를 만족시킨다. 다른 실시예들 또는 설정들에서, 장치는 편리상"레벨 2 눈 안전"으로 지칭되는, 50% 미만만큼, 관련 노출 방출 한계(AEL)(1400-1500 nm 또는 1800-2600 nm 파장 방사선에 대하여)를 초과한다. 또 다른 실시예들 또는 설정들에서, 장치는 편리상 "레벨 3 눈 안전"으로 지칭되는, 100% 미만만큼, 관련 노출 방출 한계(AEL)(1400-1500 nm 또는 1800-2600 nm 파장 방사선에 대하여)를 초과한다. 예를 들면, 1400-1500 nm 또는 1800-2600 nm 파장 방사선에 대하여, IEC 60825-1에서 특정된, 노출 방출 한계(AEL)는 아래에 설명된다. 다른 실시예들 또는 설정들에서, 장치(10)는 IEC 60825-1에 따른, 등급 1M 후의 다음으로 가장 높은 눈 안전 분류, 즉 편리상 여기서 "레벨 4 눈 안전"으로 지칭되는 등급 3B를 만족시킨다.

[0581] 눈 안전의 이러한 레벨은 예를 들면 다음 중 하나이상을 포함하는 인자들의 결합에 기초하여 제공될 수 있다: (a) 입력 빔의 주사, (b) 전달 빔들의 발산(예, 레이저 다이오드 방사선 소스(들)을 사용하는 실시예들에서), (c) 방출 전력, (d) 전달 빔들의 파장, (e) 펄스 지속시간, 및 (f) 전달 빔 당 총 에너지. 그래서, 일부 실시예들에서, 이러한 인자들 중의 하나, 일부 또는 모두가 위에서 설명한 바와 같이, 레벨 1, 레벨 2, 레벨 3, 또는 레벨 4를 제공하도록 선택되거나 또는 조정될 수 있다.

[0582] (예, 특정 부분 치료를 제공하기 위한) 1400-1500 nm 및 1800-2600 nm의 파장 범위 에서, 각막 손상이 전형적으로 눈 안전의 주 관심사이다. 레이저 다이오드 소스를 사용하여 이러한 파장 범위들에서 방사하는 일부 실시예들에서, 주사 발산성 레이저 다이오드 소스에 의해, 단독으로 또는 다른 눈 안전특징들과 결합하여, 고유적으로 제공되는 빔 주사 및 발산은 장치(10)에 원하는 눈 안전을 제공할 수 있다. 예를 들면, 그것은 다른 선택된 매개변수들에 따라, 레벨 1, 레벨 2, 레벨 3, 또는 레벨 4 눈 안전을 제공할 수 있다. 관련 문제들의 분석은 아래에 설명된다.

[0583] 주사, 발산성 강력한 방사선 소스(예, 특정 레이저 다이오드 소스들)가 눈 안전 방사선을 제공할 수 있다. 1400 mm보다 큰 특정 파장들(예, 부분 레이저 치료에 사용되는 전형적인 파장들을 포함하는)에 있어서, 방사선 소스는 눈 전방(anterior) 챔버에서의 물 흡수에 의해 크게 약화된다. 그래서, 이 파장 범위에서 망막 위험이 실질적으로 거의 또는 전혀 없다. 방출 한계는 잠재적인 각막 손상에 의해 결정된다. 게다가, 눈 렌즈에 의한 집속 효과가 없기 때문에, 위험이 빔 주사에 의해 더욱 최소화되어, 각막 표면에 레이저 에너지로 각막 표면을 악화시키는 것을 없앤다. IEC 60825-1에 따른 등급 1M 눈 안전 분류에 대하여, 1400 내지 1500 nm 및 1800 내지 2600 nm의 파장 범위의 노출 방출 한계(AEL)는 IEC 60825-1:2007의 표4의 단순식에 의해 표현된다:

[0584] $AEL = 4.4t^{0.25} mJ$ 식 1

[0585] 주사 빔 시스템에 대하여, AEL 에너지는 직경 1 mm의 원형 구경을 갖는 소스로부터의 100 mm에서 측정된다(IEC 60825-1:2007의 표 11에 설명되고, 육안으로 보여진 주사 빔들에 적용될 수 있는 조건 3 기구). 이 식에서, t (초 단위)는 1 ms 내지 350 ms의 범위의 소스 지속시간이다. 예를 들면, 실시예들은 주사 레이저 다이오드 소스를 포함하고, 이 펄스 지속시간은 1 내지 10 ms의 범위 내에 있을 수 있다. 대응하는 AEL은 0.8 내지 1.4 mJ이다.

[0586] 실제 소스 AE(접근 가능한 에너지)는 양 축의 빔의 발산을 포함하는 주어진 주사 빔 특성치로 추정될 수 있다. 그것은 또한 적절한 구경 스톱(1-mm 폭) 및 측정 거리(소스로부터 100-mm)로 실험적으로 측정될 수 있다. 치료 구경으로부터 거리100-mm에서의 AE는 다음에 의해 주어진다(이것은 회절 한계 레이저(diffraction limited laser)로부터의 가우스 빔에 대하여 근사적으로 보정될 수 있다):

[0587] $AE = 2.5x10^{-5}Q/[\tan(\Phi_F/2)\tan(\Phi_F/2)]mJ$ 식 2

[0588] 여기서 Q (mJ 단위)는 치료 평면에서의 소스 에너지이고, Φ_F 및 Φ_S는 고속 축 및 저속 축 각각에서의 빔 발산이다. 등급 1M 눈 안전 등급을 얻기 위해서는, AE는 대응하는 펄스 지속시간 동안에 AEL 보다 더 낮아야 한다.

[0589] 아래 표 1은, 주사 레이저 다이오드 소스(14)를 사용하여, 1400-1500 nm 또는 1800-2600 nm 파장 범위들 (예, 부분 치료를 위하여)의 펄스 방사선을 제공하는 장치(10)의 특정 실시예들에 대하여 레벨 1 눈 안전(기준 IEC 60825-1에 따른 등급 1M 또는 그 이상)을 제공하기 위한 수개의 예시적 구성들 및 장치 설정들을 제공하며, 여기서 각 펄스는 각각 다른 장소로 주사된다.

표 1

[0590]

매개변수	예시적 설계 1	예시적 실시예 예시적 설계 1	예시적 설계 2	예시적 실시예 예시적 설계 2
구성	하류 고속 축 로드 렌즈 없음	하류 고속 축 로드 렌즈 없음	하류 고속 축 로드 렌즈 있음	하류 고속 축 로드 렌즈 있음
방사선 소스	주사 레이저 다이오드	주사 레이저 다이오드	주사 레이저 다이오드	주사 레이저 다이오드
방사선 모드	펄스됨 (전달 빔 당 일 펄스)	펄스됨 (전달 빔 당 일 펄스)	펄스됨 (전달 빔 당 일 펄스)	펄스됨 (전달 빔 당 일 펄스)
파장	1400-1500 nm 또는 1800-2600 nm	1400-1500 nm또는 1800-2600 nm	1400-1500 nm 또는 1800-2600 nm	1400-1500 nm 또는 1800-2600 nm
피부 표면에서의 빔 발산 (고속 축, 저속 축)	0.3° - 2° 고속 축, 2° - 4° 저속 축	1.5° 고속 축 3° 저속 축	4° - 8° 고속 축, 2° - 4° 저속 축	6° 고속 축 3° 저속 축
펄스/전달 빔 지속시간 (ms)	3 - 10	약 8	3 -10	약 8
전력 (W)	0.5 - 3	약 1.5	0.5 - 3	약 1.5
펄스/전달 빔 당 총 에너지(mJ)	5 - 15	약 12	5 - 15	약 12
AEL (mJ)	1.0 - 1.4	약 1.3	1.0 - 1.4	약 1.3
AE (mJ)	0.2 - 8.2	약 0.9	0.05 - 0.6	약 0.2
눈 안전등급	등급 1 M for AE < AEL	등급 1M	등급 1M	등급 1M

[0591] 특정 실시예들 또는 장치 설정들은 위에서 설명한 매개변수들의 적절한 선택에 기초하여 레벨 1, 레벨 2, 레벨 3, 또는 레벨 4 눈 안전을 제공할 수 있기 때문에, 일부 이러한 실시예들에서 눈 안전 센서 또는 시스템이 생략될 수 있다. 그러나, 일부 이러한 실시예들은 레벨 1 눈 안전을 제공하는 실시예들 조차도, 특정 규제 기준들을 만족시키기 위하여 또는 다른 이유들 때문에, 하나 이상의 눈 안전 센서들(예, 아래에 설명된 하나 이상의 눈 안전 센서들(214)) 및/또는 리던던시를 제공하는 눈 안전 시스템을 포함할 수 있다.

[0592] 적어도 일부 실시예들에서, 장치(10)가 피부에 접촉할 때만 방사선 소스(14)의 펄싱을 인에이블하는 하나 이상의 피부 접촉 센서들(204)을 결합시킴으로써 부가적인 눈 안전이 제공된다. 그래서, 이러한 실시예들에서, 각막 눈 손상의 가능성은 장치(10)가 눈 표면에 완전히 눌러지지 않으면, 감소되거나 또는 실질적으로 없애질 수 있다.

[0593] 눈 안전센서

[0594] 일부 실시예들에서, 장치(10)는 치료 방사선 소스(14)로부터의 광선이 의도하지 않게 눈에 노출되는 것을 방지하는 것을 돕기 위하여, 장치(10)의 치료 출력 구경 근처에 각막(또는 다른 눈 조직 또는 특징)이 존재하는 것을 검출하도록 구성된 광학 눈 안전 센서(214)를 포함한다. 예를 들면, 광학 눈 안전 센서(214)는 피부와 각막의 존재 사이를 구별하고, 장치(10)가 의도된 치료 구역(40)만을 치료할 수 있도록 구성될 수 있다. 눈 안전 센서(214)는 눈 손상 위험이 주로 각막에서 있는 1400-nm 보다 큰 파장의 적외선 치료 광선에 대하여, 또는 망막 위험이 존재하는 UV, 가시광선 및/또는 근적외선에 대하여 특히 중요할 수 있다. 일부 실시예들에서, 광학 눈 안전 센서(214)는 상당히 염가이고, 소형이고, 핸드 헬드 인클로저내에서 용이하게 포장되며(예, 작고 그리고 경량), 그리고 상업적으로 이용가능한 부품들로 조립된다. 눈 안전 센서의 또 하나의 예시적 실시예는 눈의 형상, 칼러 또는 다른 특징을 패턴 인식할 수 있는 이미징 센서이다.

[0595] 도 51a는 특정 실시예들에 따른 예시적 광학 눈 안전 센서(214)를 도시한다. 광학 눈 안전센서(214)는 광선 소스(510), 광 검출기(512), 검출기 광학물품 (520), 릴레이 광학물품(522) (일부 실시예들에서), 및 마이크로컨트롤러(530)를 포함할 수 있다.

[0596] 광선 소스(510)는 발광 다이오드(LED) 또는 임의의 기타 적합한 광선 소스일 수 있다. 광선 소스(510)는 인체 피부의 표면에 미세한 세부물들(details)을 보여주기 위하여 선택될 수 있다. 그래서, 반사되기 전에 피부로 상당히 얇은 깊이로 침투하는 파장이 선택될 수 있다. 예를 들면, 광선 소스(510A)는 약 560 nm의 파장을 갖는 청색 LED, 약 660 nm의 파장을 갖는 적색 LED, 또는 약 940 nm의 파장을 갖는 적외선 LED일 수 있다. 적색 LED 또는 적외선 파장 LED는 상당히 염가이고 실제로 잘 작동된다. 대안적으로, 반도체 레이저가 이용될 수 있다.

[0597] 광 검출기(512)는 광 다이오드, 광 트랜지스터 또는 기타 광 검출기일 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 트랜지스터는 추가 증폭의 필요없이 직접 사용할 수 있는 신호를 제공하기에 충분한 전류 게인을 갖는다. 광 검출기 광학물품(520) 예를 들면, 반쪽-볼 렌즈는 광 검출기(512)와 결합되거나 광 검출기(512)에 부착될 수 있다. 광 검출기 광학물품(520)은 광 검출기(512)가 타겟 표면 장소를 "관측(view)" 할 수 있도록 구성될 수 있다.

[0598] 또한, 일부 실시예들에서, 센서(214)는 광선 소스(510)로부터 광선을 중계하기 위한 릴레이 광학물품(522) 및/또는 반사 광선을 검출기(512)로 중계하기 위한 릴레이 광학물품(522)을 포함할 수 있다. 광선 소스(510), 검출기 광학물품(520), 및/또는 검출기(512) 중 하나, 일부 또는 전부가 사용시에 피부 표면(38)에 또는 상기 피부 표면 근처에 위치하도록 구성될 수 있는 하우징(24) 내의 구경(526)으로부터 임의의 원하는 거리에 놓여질 수 있도록, 임의의 원하는 거리에 대하여 광선을 중계하는데, 릴레이 광학물품(522)이 사용될 수 있다. 또한, 마이크로컨트롤러(530) 및/또는 센서(214)와 연관된 기타 전자장치가 구경(526)으로부터 및/또는 센서(214)의 상기 기타 부품들(예, 광선 소스(510), 검출기(512), 검출기 광학물품 (520), 및 선택적인 릴레이 광학물품(522))로부터 임의의 거리에 위치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 센서(214)의 부품들을 구경(526)으로부터 떨어져 위치시키는 것은 장치(10)의 적용 단부(42)에서 센서(214)에 의해 점유되는 공간을 감소시키거나 최소화시킬 수 있으며, 그것은 바람직하거나 유리한 적용 단부(42)의 감소되거나 최소화된 크기를 가능케할 수 있다.

[0599] 다른 실시예들에서, 센서(214)의 부품들은, 릴레이 광학물품(520)이 포함되지 않도록 구경(526) 근처에(예, 장치(10)의 적용 단부(42)에) 위치될 수 있다.

[0600] 광선 소스(510)는 극히 낮은 입사각에서(예, 도51b에서 보여진 Θ 약 4 도내지 40 도에 있을 수 있다) 표면을 조사하도록 배향될 수 있으며, 반면에 검출기(512)는 조사 표면에 대하여 수직 입사각으로 또는 거의 수직 입사각으로 정렬될 수 있다.

[0601] 마이크로컨트롤러(530)는 직류 또는 변조 전류를 가지고 광선 소스(예, LED)를 구동하고, 일체식 ADC(532)를 사용하여 검출기(512)로부터의 신호를 기록하도록 구성될 수 있으며, 검출기(512) 아래의 표면이 피부(40) 또는 각막(500)인지를 결정하기 위하여 기록된 검출기 신호(524)의 진폭을 분석한다.

[0602] 검출기(512)로부터의 신호(524)는 "반사율 피드백 신호"라 지칭될 수 있다. 반사율 피드백 신호(524)의 진폭은 검출기(512)에 의해 수광된 광선 소스(510)로부터의 반사 광선의 세기에 대응한다: 검출기(512)로 반사되는 광

선 소스(510)로부터의 광선이 많을수록, 반사율 피드백 신호(524)의 진폭이 더 높아진다. 아래에 설명한 바와 같이, 광선 소스(510) 및 검출기(512)의 구성으로 인해, (상당히 확산성(diffuse)인) 피부는 (비교적 정반사성(specular)인) 각막보다 광선 소스(510)으로부터의 광선을 검출기(512)로 더 많이 반사한다. 그래서, 마이크로컨트롤러(530)는 검출기(512) 아래의 표면이 피부(40) 또는 각막(500)인지를 결정하기 위하여(예, 임계치 비교 또는 윈도우 비교를 사용하여) 반사율 피드백 신호(524)의 진폭을 분석할 수 있다.

[0603] 장치의 치료 윈도우(44)가 피부 또는 각막 위에 있는지를 나타내는 마이크로컨트롤러(530)로부터의 신호들이 장치(10)의 하나 이상의 제어가능 동작 매개변수들을 제어하기 위하여 제어시스템들(18)에 의해 사용될 수 있다.

[0604] 예를 들면, 치료 시간을 시작하기 위하여 치료(예, 치료구역(40)으로의 방사선의 전달)가 개시될 수 있으며, 또는 예를 들면 반사율 피드백 신호(524)가 예정된 피부/각막 임계 위에 있거나 또는 피부에 대응하는 예정된 반사율 윈도우내에 있다는 것을 결정함으로써, 마이크로컨트롤러(530)가 "피부 존재"를 검출한다면 치료(예, 치료구역(40)으로의 방사선의 전달)가 치료 시간 동안의 차단 후에 재개시될 수 있다. 이러한 상황에서, 제어시스템들(18)은 치료 구역(40)으로 방사선 전달을 시작하기 위하여 치료 방사선 소스를 동작가능케 하거나 전력을 공급할 수 있다(또는 장치(10)의 다른 양상들을 제어할 수 있게 한다). 마이크로컨트롤러(530)가 계속하여 피부 존재를 검출하는 한, 치료는 계속될 수 있다. "있을 수 있는 각막 존재(possible cornea presence)"가 검출될 때, 또는 다른 차단 이벤트들이 있을때는 치료는 차단될 수 있다.

[0605] 반사율 피드백 신호(524)가 예정된 피부/각막 아래에 있거나 또는 피부와 대응하는 반사율 윈도우 밖에 있다는 것을 마이크로컨트롤러(530)가 결정한다면, 마이크로컨트롤러(530)는 "있을 수 있는 각막 존재"를 검출할 수 있다(상기 있을수 있는 각막의 존재는 예를 들면 본질적으로 각막, 기타 비-확산성 표면 또는 타겟 표면의 부존재일 수 있는 비-피부 표면의 검출이다. 제어시스템들(18)은 있을 수 있는 의도되지 않은 눈 노출(및 있을 수 있는 눈 손상)을 방지하기 위하여 마이크로컨트롤러(530)에 의해 검출된 있을 수 있는 각막 존재에 응답하여, 치료 방사선 소스(14)를 동작불능으로 할 수 있다(또는 장치(10)의 다른 양상들을 제어할 수 있다).

[0606] 센서(214)의 동작은 도 51b-51d를 참고하여 아래에 설명된다. 도 51b는 광선 소스(510) 및 두개의 각각 다른 위치의 검출기(512)를 도시한다. 도 51c 및 도 51d는 각각 다른 형상들의 예시적 각막들에 대하여 국부 표면 수직 방향들(local surface normal directions)을 도시한다.

[0607] 검출기(512)는 광선 산란으로 인해, 더 매끄럽고 더 정반사성의 물질들로부터 보다 확산성 표면 물질들로부터의 더 많은 양의 반사광선을 받는다(그리고, 따라서 신호(524)의 더 큰 진폭을 생성한다). 피부는 상대적으로 확산성이며, 반면에 각막 표면은, 각막 표면이 피부보다 훨씬 더 낮은 확산성의 반사 성분을 갖도록 일반적으로 매끄럽고 정반사성이다. 이 차이는 검출기(512)가 피부(40)의 구역 위에 또는 각막(500) 위에 위치되는지를 결정하는데 사용된다.

[0608] 단일 빔 소스(510)와 단일 검출기(512)를 사용하여 확산성 물질과 정반사성 물질 사이를 구별하는 이 기술은 타겟 표면의 법선과 빔 소스(510) 및 검출기(512) 사이의 각도들은 적어도 어느 정도 공지되어 있다고 가정할 수 있다. 특히, 빔 소스(510) 및 검출기(512)가 타겟 표면에 대하여 정렬되어 있는 각도들은, 도 51c 및 도 51d에 대하여 아래에 설명한 바와 같이, 공지 범위의 각막 굴곡들에 대하여, 피부로부터의 반사와 각막으로부터의 반사를 구별하는데 반사율 피드백 신호(524)가 신뢰성 있게 사용될 수 있도록, 선택될 수 있다.

[0609] 일반적으로, 표면(예, 피부 또는 각막 표면)의 국부 표면 법선 벡터는 표면의 국부 굴곡에 따라, 더 큰 크기의 평균 표면 법선에 대하여 변할 것이다. 예를 들면, 각막의 에지 부근에서, 국부 표면 법선은 각막이 곡면이기 때문에 각막의 중심에서의 법선 벡터로부터 적어도 몇 도 오프셋될 것이다.

[0610] 광선 빔 소스가 거의 평면 입사각(~0 도)으로 표면에 조사되고 검출기는 이 표면을 거의 수직 입사각(~90 도)으로 바라본다고 가정하자. 덜 곡선의 표면들에 대하여, 국부 표면 법선들은 도 51c에 보여진 바와 같이, 90 도에 아주 가깝다. 굴곡이 45도의 국부 표면 법선을 제공하는 도 51d에 보여진 극한 경우에, 정반사성 반사가 검출기로 직접적으로 전파된다. 센서(214)의 목적으로, 얼굴에 대한 센서(214)/장치(10)의 임의의 실제 구성에 대하여 빔 소스로부터 검출기로의 직접 정반사성 반사가 생기지 않도록, 노출된 각막 표면이 얼굴의 더 큰 표면 법선(즉, 눈에 인접한 피부)과 45 도 미만의 각도를 형성한다고 가정한다. 정상 눈에 대하여, 각막 에지 근처의 가장 극한 각도는 40 도 미만이라는 것도 알려져 있다(참고, 예, James D. Doss, "각막 프로파일 및 전력 분포의 계산방법(Method for Calculation of Corneal Profile and Power Distribution)", Arch Ophthalmol, Vol. 99, July 1981). 또한, 이 각도는 중심 각막 부위의 60% 내에서 거의 20도로 급격히 감소한다, 즉, 굴곡이 각막 중심 근처에서 크지 않다. 그러므로, 중심 60% 각막 부위에 대하여, 각막으로부터의 정반사성 반사는 검출

기에 의해 큰 마진을 가지고 차단되지는 않을 것이다.

[0611] 그래서, 광선 소스(510)가 충분히 낮은 입사각(예, 도 51b에 보여진 약 5도 내지 40도 사이의 Θ)으로 배열된다고 가정하면, 모든 실제 경우들에 대하여 각막은 광선 소스(510)로부터의 광선을 검출기(512)로 직접 반사하지 않을 것이다. 그래서, 모든 실제 경우들에 대하여, 각막은 피부보다 광선 소스(510)로부터 광선을 검출기(512)로 더 반사할 것이다. 그래서, 실제 경우들에 있어서, 적절한 신호 진폭 임계치들이 마이크로컨트롤러(530)에 의해 이용된다고 가정하면, 각막은 피부와 구별될 수 있다. 그래서, 요약하면, 반사율 피드백 신호(524)의 진폭을 비교하기 위한 임계치(들)의 적절한 선택뿐만 아니라, 광선 소스(510)와 검출기(512)의 적절한 방향을 가정하면, 센서(214)는 특히 시력에 가장 중요할 수 있는 중심 각막 부위에 대하여 피부와 각막 사이를 신뢰성 있게 구별할 수 있다.

[0612] 피부 진피의 산란 계수 $\mu m_{s_피부}$ 는 각막의 산란 계수 $\mu m_{s_각막}$ 보다 실질적으로 더 크다는 것을 실험에 의해 보여주었다. 특히, 500-nm 파장에 대하여 피부 진피의 산란 계수 $\mu m_{S_피부}$ 는 약 60 cm^{-1}이다(참고 Steven L. Jacques, "피부 광학(Skin Optics)" Oregon Medical Laser Center News, Jan. 1998), 반면에 피부 진피의 산란 계수 $\mu m_{s_각막}$는 500-nm 파장에 대하여 약 10 cm^{-1} 이다 (참고, Dhiraj K. Sardar, "소의 각막, 렌즈 및 가시 영역에서의 망막의 광학 흡수 및 광산란(Optical absorption and scattering of bovine cornea, lens, and retina in the visible region)" Laser Med. Sci., 24(6), Nov. 2009). 이들 각각의 산란 계수에 기초하여, 각막의 예상 확산성 반사율은 약 8%이고, 반면에 전형적인 Fitzpatrick I 내지 VI 타입의 피부에 대한 예상 확산성 반사율은 각각 70% 내지 10%의 범위에 있다. 그래서, 대부분의 피부 타입들에 대하여, 다시 적절한 비교 임계치들 또는 윈도우들이 센서(214)에 의해 이용된다고 가정하면, 반사율 차이가 각막과 피부를 구별할 정도로 충분히 크다.

[0613] 멀티-센서 눈 안전시스템

[0614] 일부 실시예들에서, 장치(10)는 하나 이상의 눈 안전센서(214) 및 하나 이상의 피부 접촉센서들(204)을 포함하는 멀티-센서 제어/안전 시스템을 포함한다.

[0615] 도 52는 장치 적용 단부(42)에 또는 상기 장치 적용 단부 부근에 배열된 하나 이상의 피부 접촉센서들(204) 및 하나 이상의 눈 안전센서(214)를 포함하는 예시적인 멀티-센서 제어/안전 시스템(550)을 도시한다. 시스템(550)은, 단독으로 작동하는 눈 안전센서(214) 또는 피부 접촉센서(들)(204)과 비교하여, 더 신뢰성이 있고 및/또는 여분의 눈 안전 기능성을 제공하기 위하여, 눈 안전센서(214)와 피부 접촉 센서(들)(204)의 기능성을 결합한다.

[0616] 시스템(550)은 눈 안전센서(214) 및 피부 접촉센서(들)(204)에 의해 임의의 적절한 방식으로 이루어진 독립 결정들에 기초하여 장치(10)를 제어하도록(예, 치료 방사선 소스(14)를 턴온/오프하도록), 구성될 수 있다. 눈 안전센서(214) 및 피부 접촉센서(들)(204)에 의해 이루어진 독립 결정들은 이러한 센서들에 의해 검출된 신호들을 여기서 "독립 결정 임계치들(independent determination thresholds)"이라 지칭되는 각각의 임계치들과 비교함에 의해 이루어질 수 있다.

[0617] 예를 들면, (a) 눈 안전센서(214)가 접촉센서(들)(204)에 의한 임의의 결정들 또는 신호 분석에 무관하게, "피부 존재"(위에서 설명함)를 결정한다면, 또는 (b) 모든 접촉센서들(204)이 눈 안전센서(214)에 의한 임의의 결정들 또는 신호 분석에 무관하게, 피부와의 접촉상태를 결정한다면, 시스템(550)은 치료 방사선 소스(14)를 턴온하도록 제어신호를 트리거할 수 있다. 그래서, (a) 눈 안전센서(214)가 접촉센서(들)에 의한 임의의 결정들 또는 신호분석과 무관하게, "있을 수 있는 각막 존재"(위에서 설명함)를 결정하고, 그리고 동시에 (b) 적어도 하나의 접촉센서(204)가 눈 안전센서(214)에 의한 임의의 결정들 또는 신호 분석과 무관하게, 피부와의 비 접촉상태를 결정한 경우에만, 시스템(550)은 치료 방사선 소스(14)를 턴오프하도록 제어신호를 트리거할 수 있다.

[0618] 대안적으로, (a) 눈 안전센서(214)가 접촉센서(들)에 의한 임의의 결정들 또는 신호분석과 무관하게, 피부 존재(위에서 설명함)를 결정하고, 그리고 동시에 (b) 모든 접촉센서들(204)이 눈 안전센서(214)에 의한 임의의 결정들 또는 신호 분석과 무관하게, 피부와의 접촉 상태를 결정한 경우에만, 시스템(550)은 치료 방사선 소스(14)를 턴온하도록 제어신호를 트리거할 수 있다. 그래서, (a) 눈 안전센서(214)가 접촉센서(들)(204)에 의한 임의의 결정들 또는 신호 분석에 무관하게, 있을 수 있는 각막 존재를 결정한다면, 또는 (b) 임의의 접촉센서(204)가 눈 안전센서(214)에 의한 임의의 결정들 또는 신호 분석에 무관하게, 피부와의 비 접촉상태를 결정한다면, 시스템(550)은 치료 방사선 소스(14)를 턴오프하도록 제어신호를 트리거할 수 있다.

[0619] 대안적으로 또는 또한, 시스템(550)은 눈 안전센서(214)로부터의 신호들 과 피부 접촉센서(들)(204)로부터의 신호들의 연동 분석(inter-dependent analysis)에 기초하여 장치(10)을 제어하도록(즉, 치료 방사선 소스(14)를 턴온 또는 턴오프하도록) 구성될 수 있다. 예를 들면, 시스템(550)은, 특정 제어신호를 트리거할지를 결정하기 위하여, 눈 안전센서(214)에 의해 검출된 신호들(예, 검출기(512)로부터의 반사율 피드백 신호(524)) 및 접촉센서(들)(204)에 의해 검출된 신호들(예, 접촉센서(들)(204)에 의해 검출된 신호(552))을 분석하는 알고리즘을 이용할 수 있다. 예를 들면, 이러한 알고리즘들은 위에서 설명한 독립 결정 임계치들보다 더 낮은 임계치들을 통합할 수 있다. 이러한 임계치들은 여기서 "연동 센서 분석 임계치들"이라 지칭된다.

[0620] 예로서 도시하기 위하여, 시스템(550)은 다음의 독립 결정 임계치들을 구체화할 수 있다:

[0621] (a) 10 mV 눈 안전임계치: 눈 안전센서 (214)는 반사율 피드백 신호(524)의 진폭이 10 mV 아래로 떨어진다면, 있을 수 있는 각막 존재를 결정하고, 그리고

[0622] (b) 50 pF 접촉 센서 임계치: 접촉 센서 (204)는 접촉센서 신호(552)의 진폭이 50 pF 아래로 떨어진다면, 비접촉상태를 결정한다.

[0623] 또한, 시스템(550)은 연동(inter-dependent) 센서 분석 임계치들을 구체화할 수 있다:

[0624] (a) 반사율 피드백 신호(524)에 대하여 15 mV 눈 안전임계치, 및

[0625] (b) 신호(552)에 대하여 70 pF 접촉 센서 임계치.

[0626] 시스템(550)은 연동 센서 분석 임계치들(15 mV 및 70 pF)을 통합하는 알고리즘(154)을 이용할 수 있다. 예를 들면, 알고리즘은 (a) 반사율 피드백 신호(524)가 15 mV아래에 있고 그리고 동시에 (b) 접촉센서 신호(552)가 70 pF 아래에 있다면 치료 방사선 소스(14)를 턴오프하도록 제어신호를 구체화할 수 있다.

[0627] 눈 안전센서(214)로부터의 신호들 및 피부 접촉센서(들)로부터의 신호들(552)의 연동 분석에 기초하여 장치(10)를 제어하는 또 하나의 예로서, 알고리즘(154)은 반사율 피드백 신호(524) 및 접촉센서 신호(552)로부터의 "눈 안전 인자 지수" 또는 ESF 지수로 지칭되는 지수를 계산할 수 있다. 알고리즘은 반사율 피드백 신호(524) 및 접촉센서 신호(552)에 임의의 적절한 방식으로 가중치를 부여할 수 있다. 예시적 알고리즘은 식(1)으로 제공된다:

[0628] ESF 지수 = 신호(524) 진폭 * W1 + 신호(552) 진폭 * W2 (1)

[0629] --- 여기서 W1 및 W2 는 임의의 적절한 상수들 (0 포함).

[0630] 또 하나의 예시적인 알고리즘은 식(2)로서 제공된다:

[0631] ESF 색인 = (신호(524) 진폭 + C1) * (신호(552) 진폭 + C2) (2)

[0632] --- 여기서 C1 및 C2 는 임의의 적절한 상수들을 나타낸다 (0 포함).

[0633] 임의의 기타 적절한 알고리즘들은 반사율 피드백 신호(524) 및 접촉센서 신호(552)에 기초하여 ESF 지수를 계산하는데 사용될 수 있다.

[0634] 그리고 ESF 지수는 특정 제어신호를 트리거할지(예, 치료 방사선 소스(14)를 턴오프할지) 를 결정하기 위하여 예정된 임계치와 비교되고, 각각 다른 제어신호들을 트리거하기 위하여 다중의 다른 예정된 임계치와 비교될 수 있다. 이러한 알고리즘들(동일한 또는 각각 다른 임계값들을 이용하는)은 임의의 적절한 제어신호들, 예를 들면 방사선 소스(14)를 턴온하고, 치료 방사선 소스(14)를 턴온하기 위한 제어 신호들을 트리거하고, 현재 치료모드를 변경하고, 또는 장치(10)의 임의의 제어가능 동작 매개변수를 조정하는데 사용될 수 있다.

[0635] 도 53은 특정 실시예들에 따른, 멀티-센서 제어/안전 시스템(550)을 사용하여 장치(10)를 제어하기 위한(예, 치료 방사선 소스(14)를 제어하기 위한) 예시적 방법(600)을 도시한다. 단계(602)에서, 사용자는 치료 모드 및/또는 기타 치료 매개변수들을 선택하여 치료 시간을 준비하고, 장치(10)의 적용 단부(42)를 피부에 맞대어 위치시킨다.

[0636] 단계(604)에서, 시스템(550)은 예를 들면, 위에서 설명한 기술들 중의 임의의 것 또는 임의의 다른 적합한 기술을 사용하여, 치료를 위해 피부에 맞대어 적용 단부(42)가 올바르게 위치되었는지를 결정한다.

[0637] 시스템(550)이 치료를 위해 적용 단부(42)가 피부에 맞대어 올바르게 위치되었다고 결정한다면, 시스템(550)은 단계(606)에 표시된 바와 같이, 자동적으로 또는 규정된 사용자 입력(예, 치료 버튼의 누름)시에 치료 시간을

시작하기 위한 제어 신호를 생성할 수 있다. 또한, 제어 시스템들(18)은 치료가 개시되었고, 또는 치료가 규정된 사용자 입력(즉, 치료 버튼의 누름)시에 개시가 준비되었다는 것을 나타내는 피이드 백을 사용자에게 또한 생성할 수 있다.

[0638] 그리고나서 장치(10)는 단계(608)에 표시된 바와 같이, 치료점들(70)을 생성하기 위하여 피부(40)에 전달을 위한 빔(108)을 전달 빔(114)으로서 발생시키기 위해 방사선 소스(14)를 활성화시킬 수 있다. 사용자는 장치(10)의 구성 및/또는 선택 치료 모드에 따라 장치(10)를 글라이딩 모드 또는 스탬핑 모드로 작동시킬 수 있다.

[0639] 치료 동안에, 시스템(550)은 단계(610)에 표시된 바와 같이, 적용 단부(42)가 피부에 맞대어 올바르게 위치되어 있는지를 연속적으로 또는 반복적으로 결정한다. 단계(612)에 표시된 바와 같이, 시스템(550)이 적용 단부(42)가 치료를 위해 피부에 맞대어 올바르게 위치되어 있다고 결정하는 한, 시스템(550)은 치료 시간을 계속하기 위한 제어 신호들을 계속하여 발생시킬 수 있다(즉, 제어 시스템들(18)이 피부(40)에 치료점들(70)을 생성하기 위하여 빔들(114)을 계속하여 전달할 수 있도록).

[0640] 그러나, 단계(614)에 표시된 바와 같이, 치료 동안에 시스템(550)이 적용 단부(42)가 치료를 위해 피부에 맞대어 올바르게 위치되지 않았다고 결정한다면(예, 시스템(550)이 적용 단부(42)가 각막 위에 놓여 있거나 또는 피부와의 접촉으로부터 벗어나 이동된다고 결정한다면), 시스템(550)은 예를 들면 치료 방사선 소스(14)를 턴오프하거나 동작 불능되게 함으로써, 치료 시간을 자동적으로 정지 또는 차단하기 위한 제어 신호를 발생시킬 수 있다. 제어 시스템들(18)은 또한 장치(10)의 상태를 표시하는 피드백, 예를 들면 청각 피드백 또는 시각 피드백을 발생시킬 수 있다. 예를 들면, 제어 시스템들(18)은 치료가 정지되거나 차단되었다는 것을 표시하는 일반적인 피드백을 제공하거나 또는 예를 들면 눈 검출, 비-접촉 검출 및 장치 고장 사이를 구별하는 피드백과 같은, 치료가 정지 또는 차단된 이유를 표시하는 더욱 특정한 피드백을 제공할 수 있다.

[0641] 시스템(550)이 단계(616)에서 적용 단부(42)의 위치선정을 계속하여 모니터링할 수 있다. 시스템(550)이, 적용 단부(42)가 치료를 위해 피부에 맞대어 올바르게 다시 위치되었다고 결정하면, 단계(618)에 표시된 바와 같이, 시스템(550)은 예를 들면 치료를 재개할 제어 신호를 발생시킴으로써(예, 치료 방사선 소스(14)를 턴온 함으로써) 그리고, 단계(608)로 되돌아가는 방법에 의해 표시된 바와 같이, 피부에 치료점들(70)의 발생을 재개함으로써, 치료 시간을 재개할 수 있다.

[0642] 치료 시간은 치료 구분자(도 47에 대하여 위에서 설명한 바와 같은) 또는 예정 시간 후에, 또는 치료 시간을 규정하는 임의의 기타 매개변수들에 기초하여 종료될 수 있다. 이 예 및 도 53은 접촉센서들 이외의 센서들에도 유사한 방식으로 적용될 수 있다는 점을 이해해야 할 것이다.

[0643] 눈 안전센서의 교정

[0644] 일부 실시예들에서, 눈 안전센서(214)는 장치(10)의 현재 사용자에 맞추어 제각기 교정될 수 있다. 도 54는 하나 또는 다중 사용자들용 눈 안전센서(214)를 교정하기 위한 예시적 방법(650)을 도시한다. 교정 공정은 단계들(652-660)에서 수행된다. 단계(652)에서, 사용자는 예를 들어, 장치(10)로부터 지시를 받을 때, 장치(10)의 적용 단부(42)를 사용자의 피부에 맞대어 위치시킨다. 장치(10)가 사용자에게 인체의 특정부, 예를 들면 얼굴 또는 손등에 맞대어 적용 단부(42)를 위치시킬 것을 지시할 수 있다. 센서(214)는 활성화되고 단계(654)에서 반사율 피드백 신호(524)를 기록한다. 단계(656)에서, 사용자는 예를 들면 장치(10)로부터 지시를 받을 때, 장치(10)의 적용 단부(42)를 피부를 가로질러 이동시킬 수 있다. 단계(658)에서 센서(214)는 피부상의 적용 단부(42)의 다양한 장소들에서 반사율 피드백 신호(524)를 계속하여 기록할 수 있다.

[0645] 단계(660)에서, 마이크로컨트롤러(530)는 단계들(654, 658)에서 기록된 신호(524)를 분석하여 센서(214)를 교정할 수 있다. 예를 들면, 마이크로컨트롤러(530)는 피부와 각막 사이를 구별하기 위하여, 예를 들면 위에서 설명한 바와 같이 "피부 존재" 또는 "있을 수 있는 각막 존재"를 결정하기 위하여 하나 이상의 알고리즘들을 실행하여 하나 이상의 적절한 임계값들(예, 임계 전압들)을 결정할 수 있다. 이러한 임계값들은 센서(214) 또는 제어 시스템(18)에 의해 저장될 수 있다.

[0646] 단계(662)에서, 동일한 사용자 또는 다른 사용자는 치료 시간 동안에 장치(10)를 개시할 수 있다. 사용자는 단계(664)에서 사용자 인터페이스(18)를 통해, 예를 들면 성명의 목록을 스크롤하고 상기 목록에서 선택하거나, 또는 새로운 성명을 입력하여 사용자 자신을 식별시킬 수 있다. 그리고나서 장치(10)는 그 사용자에 대하여 눈 안전센서(214)가 교정되었는지를 결정할 수 있고, 그렇다면, 단계(666)에서 그 사용자에 대하여 저장된 피부/각막 결정 임계치들을 억세스할 수 있다. 사용자가 새로운 사용자이거나 또는 눈 안전센서(214)가 그 사용자에 대하여 교정되지 않았다면, 장치(10)는 단계(668)에서 그 사용자에 대하여 피부/각막 결정 임계치들을 결정하고

저장하기 위해서 그 사용자에 대하여 센서(214)를 교정할 수 있다.

[0647] 사용자에 대한 피부/각막 결정 임계치들이 억세스된(또는 새로운 사용자의 경우에는 결정되고 저장된) 후에, 사용자는 장치(10)를 사용하여 다양한 동작 매개변수들을 선택하고 치료 시간을 시작할 수 있다. 치료 시간동안에, 단계(670)에서 눈 안전센서(214)는 단계(666 또는 668)에서 억세스된 사용자-특정 임계치들을 사용하여 적용 단부(42) 아래의 표면을 연속적으로 또는 반복적으로 모니터링할 수 있다.

[0648] 다른 실시예들에서, 장치(10)는 각 치료 시간전에 눈 안전센서(214)가 교정되는 것을 필요로 할 수 있다.

[0649] 이중-기능 센서들

[0650] 일부 실시예들에서, 눈 안전 기능을 제공하기 것에 더하여, 눈 안전센서(214)는 도 40a-40c에 보여진 단일-화소 변위센서들(200A, 200B, 또는 200C)에 대하여 위에서 설명한 것과 유사한 방식으로 동작하는, 변위센서로서 또한 사용될 수 있다. 눈 안전센서(214) 및 변위센서(200A/200B/200C)의 기능은 단일 센서(200/214)에 통합될 수 있다. 그래서, 위에서 설명한 눈 안전 및 변위 모니터링 기능 모두를 제공하는데 단일 방사선 소스 및 단일 검출기가 사용될 수 있다. 통합식 눈 안전/변위 센서(200/214)는 두 센서들의 기능을 제공하기 위한 하나 이상의 마이크로컨트롤러들 또는 기타 프로세서들을 포함한다.

[0651] 다른 실시예들에서, 장치(10)는 눈 안전센서(214)와 하나 이상의 변위센서들(200)(예, 하나 이상의 단일-화소 변위 센서들(200A/200B/200C) 및/또는 하나 이상의 멀티-화소 변위센서들(200D)) 모두를 포함할 수 있으며, 여기서 눈 안전센서(214)는 (그의 눈 안전 기능이외에) 변위센서(들)(200A/200B/200C/200D)에 대한 백업을 보충하거나 또는 제공하기 위하여, 장치 변위 모니터링 기능을 제공한다.

[0652] 방사선 펄스 및 주사 요소 모터 제어

[0653] 일부 실시예들에서, 장치(10)는 펄스 레이저 방사선 소스(14), 및 펄스 레이저 방사선 소스(14) 및 빔 주사 시스템(48), 예를 들면 주사시스템 모터(120)를 모니터링 및 제어하도록 구성된 모터/펄스 제어시스템(139)을 포함한다. 모터/펄스 제어시스템(139)은 위에서 설명한 다양한 제어시스템들, 예를 들면, 방사선 소스 제어시스템(128), 주사시스템제어시스템(130), 변위-계 제어시스템(132), 사용 성능 제어시스템(133), 사용자 인터페이스 제어시스템(134), 및 온도 제어시스템(136) 중 임의의 것의 양상들을 결합할 수 있다. 예를 들면, 모터/펄스 제어시스템(139)은 발생된 펄스들의 펄스 지속시간, 펄스 온 타임, 펄스 오프 타임, 트리거 지연시간, 듀티 사이클, 펄스 프로파일, 또는 임의의 기타 매개변수들을 제어하도록 펄스 레이저 방사선 소스(14)를 제어할 수 있고; 그리고 (예를 들면, 회전 빔-주사요소(100)의 속력, 위치 등을 제어하기 위하여) 주사시스템(48)의 주사시스템 모터(120)를 제어하는 등을 할 수 있다. 모터/펄스 제어시스템(139)은 다양한 센서들(26)로부터의 신호들에 기초하여 및/또는 회전 빔-주사요소(100)의 회전 및/또는 위치를 나타내도록 배열될 수 있는 인코더(121)의 회전 및/또는 위치를 모니터링하여, 이러한 매개변수들을 제어할 수 있다. 이러한 인코더(121)의 예가 아래에 설명된 도 68a 및 도 68b에 보여진다.

[0654] 모터/펄스 제어시스템(139)은 다양한 제어 리던던시를 제공할 수 있으며, 리던던시들은 눈 안전 및 피부 안전 양상들을 제공할 뿐만 아니라, 예를 들면 레이저 펄스당 에너지 투여량(dose)의 정밀도를 보장하도록 설계될 수 있다.

[0655] 도 55는 예시적 실시예들에 따른, 예시적 모터/펄스 제어시스템(139)의 부품들을 도시한다. 모터/펄스 제어시스템(139)은 레이저(14) 및 주사시스템 모터(120)를 제어하기 위한 제어 전자장치(30)에 입력을 제공하기 위한 다수의 센서들(26)을 포함할 수 있으며, 여기서 주사시스템 모터(120)는 빔 주사요소(100) 및 인코터(121)의 회전을 구동하도록 구성된다.

[0656] 시스템(139)의 센서들(26)은 예를 들면, 피부 접촉을 검출하기 위한 네개의 독립 접촉센서들(204a-204d), 피부에 대한 장치(10)의 변위를 검출하기 위한 두개의 독립 변위센서들(200a 및 200b), 레이저(14)의 온도 또는 레이저(14)와 관련된 온도(예, 레이저 패키지(250) 또는 히트 싱크(36)의 온도)를 검출하기 위한 온도 센서, (인코더(121)를 모니터링하여) 주사시스템 모터(120)의 속력을 모니터링하고 또한 회전 주사요소(100)의 회전 및/또는 위치를 검출하기 위한 광학 인코더 센서(203)를 포함할 수 있다.

[0657] 제어 전자장치(30)는 주 프로세서 또는 컨트롤러(144A), 독립 이차 프로세서 또는 컨트롤러(144B), 및 임의의 적합한 저장매체(146)에 저장된 실행가능 논리 또는 알고리즘들(148)을 포함할 수 있다. 주 컨트롤러(144A)는 일반적으로 시스템(139)의 다양한 매개변수들을 제어하도록 구성될 수 있으며, 반면에 이차 컨트롤러(144B)는 무결성 검증(integrity verification)을 위한 독립적인 오류 검사를 제공하고, 그래서, 예를 들면 안전의 추가

양상을 제공하기 위해 리던던시를 제공할 수 있다.

[0658] 주사시스템 모터(120)의 속력 및 각 레이저 펄스에 대한 트리거 타이밍(예, 트리거 지연 시간)이, 원하는 레이저 펄스 지속시간 및 동작 레이저 온도를 포함하는 다중 인자들에 따라, 잘 조정될 수 있다. 그래서, 시스템(139)은 도 56 및 도 57a-57b에 대하여 아래에 설명한 바와 같이, 정밀한 펄스 에너지를 보장하도록 적절한 온도 보상을 제공한다.

[0659] 도 56은 주사시스템 모터(120)를 제어하기 위한 모터/펄스 제어시스템(139)에 의해 이용되는 예시적인 알고리즘(800) 및 레이저 소스(14)의 펄싱을 도시한다. 예시적인 알고리즘(800)은 위에서 설명한 사용 성능 제어 알고리즘을 이용한다는 것을 알 수 있을 것이다.

[0660] 시스템(139)은 장치(10)가 다양한 제어 요소들의 적절한 기능을 검증하기 위한 초기 시동 자기 시험을 통과한 후, 작동가능 상태에 있다면 알고리즘(800)을 개시할 수 있다. 단계들(802 및804)에서, 시스템(139)은 모든 네 개의 접촉센서들(204a-204d)이 피부와의 접촉을 표시하고, 두 변위센서들(200a 및 200b)이 예정된 최소 변위 임계치(예, 1 ㎜)를 만족하는 변위를 표시하도록 대기한다. 예정된 변위 임계치는 예를 들면 도 38-46에 대하여 위에서 설명한 바와 같이, 피부의 식별된 표면 특징들(74)의 예정된 수로 정의될 수 있다. 양 조건이 레이저 펄싱 명령을 개시하기 전에 만족되어야 한다.

[0661] 양 조건이 만족되었을 때, 알고리즘은 단계(806)로 진행하며, 여기서 주 컨트롤러(144A)는 (a) 적절한 주사시스템 모터 속력 및 (b) 주사요소의 각 소형 렌즈의 전이 에지에 대한 적절한 트리거 지연 타이밍을 계산한다. 이 계산을 위한 입력은 주어진 원하는 펄스 에너지 출력에 대한 타겟 레이저 펄스 지속시간이다. 각 레이저 펄스가 회전 주사 광학물품의 각각의 소형 렌즈의 광학적으로 이용가능한 부분내로 전달되도록 하기 위하여, 모터 속력 및 레이저 트리거 타이밍(트리거 지연 시간에 의해 정의됨)이 적절하게 동기화되는 것이 중요한다. 이 공정은 도 57a 및 도 57b에 대하여 아래에 더 상세히 설명된다.

[0662] 단계(806)에서 매개변수들을 계산한 후에, 시스템(139)은 단계(808)에서 레이저(14)를 펄싱하기 시작하며, 각 펄스는 회전 주사요소(100)의 각각 다른 섹터에 의해 편향되어 피부에 치료점을 생성하기 위해 전달되는 각각의 출력 빔(112)을 제공한다. 레이저 펄스들은 적절한 주사시스템 모터 속력 및 검출된 광학 인코더 신호에 대한 트리거 지연을 가지고 실행되며, 이 검출된 광학 인코터 신호는 모터(120)에 의해 회전되는 인코더 휠(121)을 모니터링하는 인코더 센서(203)에 의해 생성된 구형파 펄스 트레인이다. 인코더 휠(121)은 다수의 검출가능 특징들(예, 슬롯형 개구들)을 가질 수 있으며, 각각은 멀티-섹터 주사요소(100)의 한 섹터에 대응하며 각각은 대응하는 섹터의 전이 에지(예, 인접한 소형 렌즈들 사이의 전이 에지)와 정렬되어 있다. 그래서, 시스템(139)은 인코더 센서(203)에 의해 발생된 광학 인코더 신호를 모니터링하여, 특정 장소를 거쳐서 회전하는 각 검출가능 특징(예, 슬롯형 개구)을 검출하고, 따라서 회전 주사요소의 각 섹터의 전이 에지를 검출할 수 있다.

[0663] 따라서, 시스템(139)은 주사요소(100)의 각 검출된 섹터에 대하여 (인코더 센서(203)로부터의 신호에 기초하여) 하나의 레이저 펄스의 발생을 명령한다. 레이저 펄싱 전체에 걸쳐서, 컨트롤러(144A)는 단계(810)에 표시된 바와 같이, 전달된 총 펄스의 카운트를 유지하고, 단계(812)에 표시된 바와 같이, 펄스 카운트가 특정 치료 시간 동안에 예정된 펄스 카운트에 도달하였을 때 치료의 완료를 결정한다. 그래서, 치료 시간 동안에 전달된 총 에너지 투여량은 장치(10)의 글라이드 속력과 무관하다.

[0664] 치료 시간 동안에, 컨트롤러들(144A 및/또는 144B)은 다양한 안전 고장 조건들에 대하여 연속적으로 체크한다. 예를 들면, 컨트롤러(144A)는 모터 실속 조건(motor stall condition)에 대하여 체크하며, 이 모터 실속 조건은 모터 속력(예, 인코더 센서(203)로부터의 신호들에 기초하여 검출됨)이 (a) 단계(804)에 의해 명령된 모터 속력과 예정 양(예, ±20%)보다 많이 차이가 나거나, 또는 (b) 예정 실속 임계치(예, 240 rpm) 아래로 떨어질 때, 검출될 수 있다. 또한, 단계(816)에서, 이차 컨트롤러(114B)는 예를 들면 레이저 오버-펄스-지속시간, 레이저 과전류 또는 열화 레이저(레이저 다이오드 전압에 기초함)에 대하여 모니터링하기 위하여 다양한 레이저 매개변수들(예, 펄스 지속시간, 전류 및 전압)의 독립적인 체크를 제공할 수 있다. 단계(816)에 표시된 바와 같이, 고장 조건들 중 임의의 것이 단계(814 또는 816)에서 검출된다면, 레이저 펄싱이 즉시 정지되고 장치는 디스플레이 사용자 인터페이스에 오류 조건을 보고할 것이다. 단계들(814 및/또는 816)에서의 체크들은 임의의 적절한 주파수에서, 예를 들면, 각 펄스후, 입력 빔의 각 주사후, 또는 상기 펄스 또는 주사 주파수들(예, 매 200 ms)와 무관한 주파수에서, 수행된다.

[0665] 단계들(814 또는 816)에서 어떠한 고장 조건이 없다고 가정하면. 컨트롤러(144A)는 단계(820 및 822)에서 레이저(14)의 펄싱을 계속하기 위한 사용 성능 제어 조건들을 적용하며, 이 조건들은 예를 들어, 도 49의 사용 성능

제어 알고리즘에 대하여 위에서 설명한 바와 같은, 초기 펄스를 허용하기 위한 단계들(802 및 804)에서의 조건들 보다 덜 엄격하다. 이 예에서, 두 변위센서들(200a 및 200b) 중 단지 하나로부터의 유효 입력과 결합한, 네 개의 접촉센서들(204a-204) 중 단지 두개로부터의 유효 입력들(구체적으로는, "바닥" 접촉센서들(204a 및 200b) 중 적어도 하나로부터의 유효 입력과 "정상" 접촉센서들(204c 및 200d) 중 단지 하나로부터의 유효 입력)이 계속적인 펄싱을 위해 필요하다. 그러므로, 임계 주사-빔 에지들에 따른 접촉센서들 중 임의의 쌍이 피부와의 접촉을 표시하고 또한 상기 두 변위센서들 중 어느 하나가 장치(10)의 요구되는 변위를 표시하는 한, 레이저 펄싱은 계속될 것이다. 그러나, 단계들(820 및 822)에서의 조건들이 "신호 디-바운싱 기간"으로 일컬어지는 연속 기간(예, 1초) 동안 만족되지 않는다면, 조건들은 단계(824)에서 표시된 바와 같이 초기 펄스를 허용하기 위한 더 엄격한 기준으로 재설정되고 단계들(802 및 804)로 되돌아간다. 펄싱을 개시하고 일단 개시된 펄싱을 계속하기 위한 각각 다른 기준들은 피부를 가로지르는 장치(10)의 적용 단부(42)의 글라이딩 이동을 위한 안전 및 사용 성능을 달성할 수 있다. 즉, 예상된 치료 피부 굴곡 및 보니 구조 밑면(boney structure underneath)으로 인해, 초기 접촉 및 이동 동안을 제외하고 글라이딩 치료 운동시에 완전한 피부 접촉 및 변위를 얻는 것이 일반적으로 종종 어렵다.

[0666] 도시된 예시적 알고리즘(800)에서, 시스템(139)은 또한 레이저 성능(예, 출력 전력 및 파장)이 전형적으로 온도에 따라 변한다는 사실로 인해, 레이저(14)의 온도 편차들을 보상한다. 그래서, 시스템(139)에 의해 제공된 온도 보상은 레이저 펄스 에너지(즉, 펄스당 에너지 출력)의 정밀한 제어를 보장할 수 있다. 레이저 다이오드 광출력 전력은 그의 동작 온도에 따라 변한다. 이 편차는 일반적으로 온도 상승의 ℃당 약 1% 전력 강하에 해당한다. 일정한 레이저 펄스 에너지를 유지하기 위하여 레이저 구동 전류 또는 펄스 지속시간이 변경될 수 있다. 펄스 에너지의 펄스 지속시간에 대한 선형성(예, 전류와 펄스 에너지 사이의 일반적인 비 선형 관계와는 대조적으로) 때문에, 레이저 펄스 지속시간을 조정하는 것이, 특히 보정 범위가 크기 않을 때, 예를 들면 25℃ 온도 변화 미만일 때, 바람직한 선택일 수 있다. 이 예시적 실시에서, 새로운 레이저 전력이 단계(826)에 표시된 바와 같이, 히트 싱크(36)의 실제 측정 온도에 기초하여 각 제어 루프에서 다시 계산된다. 그리고나서, 설정된 타겟 펄스 에너지를 얻기 위해 결과적으로 요구되는 레이저 펄스 지속시간이 단계(806)에서 주사시스템 모터 속력 및 트리거 지연 시간을 계산하기 위한 입력으로 다시 공급된다. 실시간으로 작용하는 전체 알고리즘(800)은 레이저(14)의 동적 동작 온도를 기초하여 주사시스템 모터 속력 및 레이저 펄싱 매개변수들의 폐쇄 루프 제어를 달성하도록 설계된다.

[0667] 도 57a는 예시적 실시예에 따른, 알고리즘(800)의 단계들(804 및806)에 대응하는 예시적 알고리즘(830)을 도시한다. 도 57b는 예시적 실시예에 따른, 도 56의 제어 알고리즘(830)을 참고하여, 회전 빔-주사요소(100)에 대한 방사선 펄스 매개변수들을 도시한다.

[0668] 단계(832)에서, 장치(10)는 치료 시간동안에 사용자 설정값, 예를 들면 치료 레벨 또는 "쾌감 레벨"(아래에서 더 상세하게 설명됨)을 임의의 적절한 사용자 인터페이스(28), 예를 들면 치료 레벨 선택 버튼 또는 스위치(220)를 통해 받는다.

[0669] 단계(834)에서, 모터/펄스 제어시스템(139)은 선택된 치료 레벨 또는 쾌감 레벨에 대응하는 타겟 에너지/MTZ를 결정한다. 단지 예로서, 장치(10)는 사용자가, 5 mJ/MTZ, 10 mJ/MTZ, 및 12 mJ/MTZ를 각각 전달하도록 프로그램된 저 레벨 치료, 중 레벨 치료, 및 고 레벨 치료 사이에서 선택할 수 있게 할 수 있다.

[0670] 단계(836)에서, 시스템(139)은 예를 들면 하나 이상의 온도센서들(208)로부터 레이저(14)의 또는 레이저(14)와 관련된 현재 실제 온도(예, 레이저 패키지(250) 또는 히트 싱크(36)의 온도) 를 결정한다.

[0671] 단계(838)에서, 시스템(139)은 단계(834)에서 결정된 타겟 에너지/MTZ를 제공하는데 요하는 타겟 펄스 지속시간을 계산하고, 그리고 단계(836)에서 측정한 온도에 기초하여, 예를 들면 메모리(146)에 저장된 장치(10)의 특정 레이저(14)에 대한 온도/성능 관계식들에 기초하여, 조정한다. 그래서, 시스템(139)은 타겟 에너지/MTZ 및 레이저(14)의 또는 레이저(14)에 관련된 현재 온도에 기초하여 타겟 펄스 지속시간을 계산한다.

[0672] 계산된 펄스 지속시간에 기초하여, 시스템(139)은 단계(840)에서 편향 섹터(140)의 예정된 사용가능 부분과 정합되는 회전 주사요소(100)의 편향 섹터(140)에 펄스 호 길이(pulse arc length)를 제공할 주사시스템 모터(120)에 대한 타겟 모터 속력을 계산한다. 요소(100)의 각 편향 섹터(140)의 사용가능 부분의 길이 및/또는 회전 장소는 요소(100)의 물리적인 기하학적 구조에 따라, 동일하거나 또는 각각 다를 수 있다. 일부 실시예들에서, 공통 사용가능 부분은 제어공정을 단순화하기 위하여, 모든 섹터들에 대하여 미리 정해지거나 또는 사용될 수 있다.

[0673] 도 57b는 다중 편향 섹터들(104)(예, 소형 렌즈들(104))을 갖는 주사요소(100)를 도시한다. 특히 도 57b는 특정 편향 섹터(104)에 대하여 사용가능 부분(UP)을 보여준다. 섹터(104_1)의 나머지 부분들은, 섹터(104_1)와 그의 인접한 섹터들(104)사이의 간섭 또는 섹터(104_1)와 그의 인접한 섹터들(104) 사이의 전이부들과 관련된 다른 영향들 때문에, 대응하는 출력 빔(112)을 발생하는데 사용될 수 없다. 다른 실시예들에서, 각 섹터(104)의 전체 폭은 사용가능할 수 있다.

[0674] 그래서, 단계(840)에서, 시스템(139)은 편향 섹터(140)의 사용가능 부분(UP)과 동일한 편향 섹터(140)에 펄스 호 길이(PAL_{normal})를 제공할 단계(838)에서 계산된 펄스 지속시간에 기초하여 타겟 모터 속력을 계산한다. 일부 실시예들에서, 장치(10)는 대안적인 동작모드(예, "쾌감"모드)를 제공할 수 있으며, 이 모드에서는 치료 점/MTZ 발생의 주파수가 모터 속력을 감소시키지만 정상 모드 동작의 펄스 전달 매개변수들을 유지함으로써 감소된다. 그래서, 도 57b는 또한 모터(20)의 모터 속력이 50%만큼 감소되고 반면에 펄스 매개변수들을 유지하는 예시적인 "쾌감 모드" 동작에서 섹터(104_1)에 전달되는 펄스 호 길이($PAL_{쾌감}$)를 보여준다.

[0675] 단계(842)에서 시스템(139)은 모터(120)에 타겟 모터 속력으로 동작하도록 명령한다. 단계(844)에서, 시스템(139)은 예를 들면, 광학 인코더 센서(203)로부터의 신호들이 공간상의 특정 지점을 지나갈 때 인코터(121)의 검출가능 특징들을 탐독하는 광학 인코더 센서(203)로부터의 신호들에 기초하여, 모터(120)의 실제 속력을 결정한다. 다른 실시예들에서, 장치(10)는 임의의 다른 적절한 형태의 모터 속력 센서를 이용할 수 있다.

[0676] 단계(846)에서, 시스템(139)은 단계(844)에서 결정된 실제 모터 속력과 단계들(840 및 842)에서 계산되고 명령된 타겟 모터 속력을 비교하여 만약 있다면 결과로 생긴 모터 속력 오프셋을 결정한다. 모터 속력 오프셋이 예정 임계치(예, 제로, 타겟 모터 속력의 예정 퍼센트(예, 1%), 예정 속력 오프셋(예, 10 rpm) 또는 임의의 기타 적절한 임계치)를 넘어선다면, 알고리즘은 다시 단계(836)로 루프 형태로 되돌아와서 현재 온도를 결정하고 현재 온도에 기초하여 단계들(836-844)을 반복한다. 모터 속력 오프셋이 예정 임계치보다 아래에 있으면, 시스템(139)은 단계(848)에서 피드백 알고리즘을 적용하여 모터 속력을 보정하고 알고리즘은 단계(836)로 다시 루프형태로 되돌아온다.

[0677] 이 방식으로, 시스템(139)은 모터(120)의 모터 속력을 제어하여 실시간으로 레이저(14)의 온도 변화들을 보상하기 위한 폐-루프 알고리즘을 실행한다.

[0678] 도 57a에 보여진 바와 같이, 단계들(842-848)에서의 모터 속력의 명령 및 제어와 아주 유사하게, 시스템(139)은 레이저(14)에 단계들(850-852)에서 펄스들을 발생하도록 명령한다. 특히, 단계(850)에서 (단계(838)에서 계산된 지속시간의) 전달 펄스가, 섹터들(104) 사이의 전이 점과는 대조적으로, 각 섹터(104)의 사용가능 부분(UP)의 처음에 시작하도록 시스템(139)은 펄스 트리거 지연 시간을 계산한다. 섹터(104_1)이 펄스 트리거 지연 시간 동안에 통과하는 호는 호 길이($AL_{지연}$)으로 도 57b에 표시된다. 시스템(139)은 단계(840)에서 계산된 모터 속력과 호 길이($AL_{지연}$)에 기초하여 펄스 트리거 지연 시간을 계산할 수 있다.

[0679] 그리고나서 시스템(139)은 단계들(838 및 850)에서 결정된 펄스 지속시간 및 펄스 트리거 지연 시간에 따라 단계(252)에서 레이저(14)를 펄스화하며, 여기서 각 펄스의 펄스 트리거 지연 시간 및 펄스 활성화는 인코더 센서(203)로부터의 신호에 기초하여 트리거된다. 예를 들면, 인코더 센서(203)에 의한 인코더(121)의 검출가능 특징의 각 검출(예, 각각은 요소(100)의 인접한 섹터들(104) 사이의 전이점에 해당함)은 펄스 트리거 지연 시간을 개시하며, 그 후에 레이저(14)는 단계(838)에서 계산된 지속시간동안 펄스화된다. 그러므로, 이러한 실시예들에서 인코더(121)는 각 펄스에 대한 트리거로서 작동한다.

[0680] 일부 실시예들에서, 알고리즘(830)의 다양한 단계들의 각각은 임의의 원하는 주파수에서, 예를 들면 각 펄스후에, 입력 빔의 각 주사후에, 또는 펄스 주파수 또는 주사 주파수와 관련이 없는 주파수(예, 매 50 ms)에서 반복될 수 있다. 예를 들면, 도시된 예에서, 펄스 트리거 지연 시간은 입력 빔의 각 주사 후에 (즉, 요소(100)의 각 회전 후에), 업데이트된다.

[0681] 위에서 설명한 바와 같이, 각 섹터(104)의 사용가능한 부분을 채우는 펄스 지속시간을 계산하여, 시스템(139)은 요소(100)의 사용가능 부분들을 최대화할 수 있으며, 이것은 원하는 치료를 제공하기 위한 레이저(14) 및 주사 시스템(48)의 효율적인 사용을 가능케 할 수 있다.

[0682] 레이저 제어 회로들

[0683] 일부 실시예들에서, 장치(10)는 안전 리던던시를 위한 2개의 (또는 초과) 독립 레이저 전류 스위치 제어부들을

포함하며, 하나는 레이저 애노드 측에 연결되고 다른 하나는 캐소드 측에 연결된다. 예를 들면, 도58 및 도59는 레이저 애노드 측에 연결된 제1 디지털 제어 회로(도58) 및 캐소드 측에 연결된 제2 조광기(dimmer)-형 제어 회로(도 59)를 포함하는 예시적 장치(10)의 두 독립 레이저 전류 스위치 제어부들에 대한 전기 계통도를 도시한다.

[0684] 도 58을 참고하면, 애노드측 스위치는 센티널 FET 스위치로 지칭되는 디지털 스위치이다. 회로는 레이저 전류를 완전히 온 또는 오프로 전환시킨다. 이 디지털 스위치는 안전 관련 오류 조건이 검출될 때마다 신속하게 레이저를 턴오프하는데 사용될 수 있다. 대조적으로, 도 59와 관련하여 캐소드측 스위치는 제어 FET로서 지칭되는 선형 조광기 제어부로서 기능을 한다. 이 회로는 레이저 전류를 제로에서 임의의 설정값까지 설계 범위내에서 조정할 수 있으며, 각각 다른 레이저 다이오드들(예, 제조상의 차이에 의함) 중에서 임의의 상당한 고유 편차들을 보상하기 위한 타겟 레이저 전력을 설정하는데 사용될 수 있다. 캐소드측 스위치는 또한 애노드측의 센티널 스위치가 오프되었을 때 레이저 전류를 제로 값으로 낮추는 이차 안전 스위치로서 사용될 수 있다.

[0685] 일정한 펄스 전류 제어의 하나의 간단하면서 안정한 회로 구현체가 두개의 OpAmp 단을 갖는 계통도에 보여진다. 제1 OpAmp IC1A는 캐소드측 제어 FET를 통과하는 레이저 전류 감지 신호를 증폭시키는 고정 게인 전치 증폭기(preamp)일 수 있다. 제2 OpAmp IC1B는 레이저 전류를 OpAmp의 양의 입력측에 설정된 설정점(set-point), 즉 전위차계 또는 임의의 다른 수단에 의해 설정된 전압에 일치시키는 적분기로서 역할을 하는 제어단일 수 있다. IC1B 입력 전압 설정점은 레이저 전류를 설계 범위내에서 제로에서 임의의 원하는 값으로 조정하는데 사용될 수 있다. 예를 들면, 회로 성분 값들의 적절한 설정하에서, 레이저 펄스 전류가 0 내지 6 A로 조정될 수 있으며 펄스 상승 및 하강 시간은 0.4 ms 미만이다. 이것들은 장치(10)의 특정 실시예들에 대하여, 부분 치료 레이저 다이오드 제어를 위한 바람직한 또는 이상적인 동작 조건들일 수 있다.

[0686] 치료점 중첩 방지

[0687] 위에서 설명한 바와 같이, 일부 실시예들에서, 장치(10)는 예를 들면 하나 이상의 센서들(26)(예, 변위센서(200), 속력/운동 센서(202) 및/또는 드웰 센서(216))로부터의 피드백에 기초하여 치료점 중첩의 발생빈도 또는 가능성을 방지, 제한 또는 감소시키도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 위에 설명한 변위-계 제어시스템(132) 및/또는 사용 성능 제어시스템(133)은 치료점 중첩의 발생빈도 또는 가능성을 방지, 제한 또는 감소하도록 동작할 수 있다. 변위-계 제어시스템(132) 및/또는 사용 성능 제어시스템(133)이외에 또는 이에 대한 대안으로서, 장치(10)는 치료점 중첩의 발생빈도 또는 가능성을 방지, 제한 또는 감소시키기 위한 추가 제어들 또는 특징들을 포함한다.

[0688] 예를 들면, 일부 실시예들에서, 펄스율은 예를 들면 각각 다른 수동 이동 속력들 및/또는 사용자의 각각 다른 쾌감 레벨들 또는 통증 허용 레벨들을 수용하도록, 장치(10)에 의해 자동적으로 조정되고 및/또는 사용자에 의해 수동으로 조정될 수 있다.

[0689] 일부 실시예들은 다른 장치들 또는 기술들을 각각 또는 결합하여, 예를 들면 펄스 스태킹, 동일 구역(들)에서의 발화, 과잉 치료점(70) 밀도 또는 다른 바람직하지 않은 치료조건들을 방지하기 위하여 과잉 치료 보호를 제공하는 다른 장치 또는 기술들을 포함한다. 예를 들면, 일부 실시예들에서, 장치(10)는 장치(10)의 부동조건이 검출되었을 때 동작하는 것(예, 빔들을 발생하거나 전달하는 것)을 멈춘다. 부동 조건은 하나 이상의 센서들, 예를 들면 임의의 하나 이상의 변위 센서들, 운동 센서들, 속력 센서들, 드웰 센서들, 진동 및 틸트(tilt) 센서들 및/또는 가속도계를 사용하여 결정될 수 있다. 이러한 센서들은 커패시턴스, 광학반사, 되돌림성, 산란 편차, 음향 반사 편차, 음향 임피던스, 갈바닉 전위, 전위차, 유전율 편차, 또는 임의의 기타 매개변수에 기초하여 신호들을 발생시킬 수 있다.

[0690] 일부 실시예들에서, 장치(10)는 부동조건을 검출하기 위하여 국부 고온측정법(단독으로 또는 위에서 언급한 다른 기술들과 결합하여)을 사용한다. 치료 구역은 피부의 국부 열 이미징에 의해 광학적으로 측정될 수 있으며 부동조건은 피부의 국부 가열이 임계 온도 또는 기타 매개변수 값을 초과할 경우에 검출될 수 있다.

[0691] 일부 실시예들에서, 장치(10)는 부동조건이 검출될 때 "인카리지먼트 빔(encouragement beams)" 또는 인카리지먼트 빔들의 주사 열을 전달한다. 예를 들면, 비 손상이지만 정상보다 더 높은 에너지(예, 불쾌감을 일으키지만 손상을 입히지 않는)의 단일 빔 또는 주사 열의 빔들이 부동조건이 검출된다면 전달되어 사용자에게 장치(10)를 이동시키도록 한다.

[0692] 부동조건은 또한 예를 들면 벌크 가열 측정에 의해 측정될 수 있다. 치료 전달 장치의 팁 또는 감지 피부온도 또는 피부온도의 부위가 임계치를 넘어서 가열되기 시작한다면 운동의 손실이 검출되거나 또는 구역에서의 과잉

치료가 검출된다.

[0693] 또 하나의 예로서, 장치(10)는 한 장소에 멈추는 것은 불쾌하게 되기 때문에, 이동을 권하기 위하여 뜨거움 또는 차가움을 피부에 전달할 수 있다. 또 하나의 예로서, 기계식 롤러가 비-이동 조건을 검출하는데 사용될 수 있다. 대안적으로 모터식 롤러는 피부를 가로질러 장치(10)의 이동을 구동할 수 있고, 그래서 물리적으로 비-이동조건을 피할 수 있다.

[0694] 일부 실시예들에서, 예를 들면 치료 존재의 인식뿐만 아니라 치료 효능을 위하여 출력을 설계함으로써 빔 특성치에 기초한 생리적인 피드백이 이용될 수 있다. 예를 들면, 과잉치료가 증가함에 따라서 증가하는 통증 피드백에 의해 과잉 치료가 멈추어지도록 불쾌감이 이용될 수 있다.

[0695] 일부 실시예들에서, 광표백이 타고난(indigenous) 물질 또는 외생적 물질을 가지고 사용될 수 있다. 예를 들면, 피부는 치료빔에 의해, 또는 치료 구역 및 잠재적으로 그의 주변 구역들을 표백하는데 사용되는 분리 표백빔에 의해 광표백되는 염료를 가지고 치료될 수 있다. 이 예에서, 장치(10)는 미표백 염료의 존재를 검출하도록 구성될 수 있으며, 미표백 염료를 갖는 구역들에서만 치료를 허용하여, 동일한 구역들에서 반복주사를 방지할 수 있다(그것이 광표백될 것이기 때문이다).

[0696] 부분치료를 제공하는 장치(10)의 예시적 실시예들

[0697] 일부 실시예들에서, 장치(10)는 예를 들면 주름, 색소 및 거친 피부를 치료하기 위하여 피부에 주사 빔들을 전달하는 부분 피부 치료 장치이다. 각 전달 빔(114)은 피부(40)에 치료점(70)을 생성하며 그것이 위에서 설명한 바와 같이 대응하는 미세 열 구역(MTZ)을 생성한다. 장치 적용 단부(42)는 피부(40)를 가로질러 임의의 적절한 횟수로 (예를 들면, 글라이딩 모드 또는 주사 모드로) 수동으로 글라이딩되어, 치료점들(70)의 어레이를 생성할 수 있다. 피부의 치유 반응으로 피부가 재생된다. 일부 실시예들에서 장치(10)는 전문 장치들과 유사한 결과를 보여주지만 가정 일일 사용 모델(home daily use model)에 영향을 주어 다중 치료들 또는 여러 날(예, 30 일 치료 루틴)에 걸쳐서 단일 전문투여량의 등가물을 서서히 전달한다.

[0698] 도 60은 피부에서의 MTZs의 어레이로 구성된 비절제 부분치료의 공정을 도시하기 위한 피부의 체적의 3 차원 단면을 보여주며, 여기서 각 MTZ는 장치(10)로부터의 전달 빔(114)에 의해 생성된 치료점(70)에 대응한다. 각 MTZ는 일반적으로 기둥 또는 길쭉한 통의 형상을 이루며 피부 표면에 실질적으로 직교하는 방향으로 피부 표면 또는 표면아래로부터 아래쪽으로 연장되는, 변질된(또는 그외에 광화학 또는 광생물학적 등으로 영향을 받은) 표피 및 진피의 작은 체적이다. MTZ의 손상된 피부는 처리되지 않은(이 예에서 변질되지 않는) 피부에 의해 둘러싸인다. 건강한 피부 세포들의 근접 때문에, MTZ의 손상된 피부는 상당히 빠르게 치유되고(CO2 레이저 재 서페이싱와 같은 종래의 비-부분치료에 비하여) 또한 치유 과정의 일부로서 주름, 흉터 및/또는 색소 조차도 감소시킨다. 치유 과정 동안에, MENDS(미세한 표피 괴저성 잔류물)이 형성될 수 있다. MTZs는 전형적으로 피부 표면의 (예, 1% 내지 약 70% 미만) 부분만을 덮고 있기 때문에, CO2 레이저 재 서페이싱와 같은 종래의 비-부분 치료들에 비하여 부작용이 실질적으로 감소될 수 있다. 이 개시의 일부 홈-사용 실시예들에서, 범위 분율은 치료당 피부의 0.25% 내지 5%에 있을 수 있다. 일부 실시예들에서, 장치(10)는 MTZs의 크기 및 형상(예, 높이 및 폭 및 깊이)이 유두 진피에서 많은 줄기세표 및 멜라닌 세포를 필요치 않도록 구성된다.

[0699] 도 61은 본 개시의 특정 실시예들에 따른 예시적 핸드 헬드 장치(10A)를 도시한다. 장치(10A)는 주사 빔들을 피부에 전달하기 위한 방사선 소스(14) 및 (주사시스템(48)을 포함하는) 광학물품(16)을 수용하는 장치 하우징(24)을 포함한다. 장치(10A)는 피부와 접촉하도록 위치되며 치료 시간동안에 피부를 가로질러 글라이드하도록 구성된 팁 부분(42)을 포함한다. 팁 부분(42)은 주사 빔들이 피부에 전달되는 윈도우(예, 위에서 설명된 윈도우(44))를 포함할 수 있다.

[0700] 또한, 임의의 수 및 형태(들)의 센서들(26)이 예를 들면, 위에서 설명한 바와 같이, 팁에 놓여질 수 있다. 예를 들면, 장치(10A)는 위에서 설명한 단일-화소 형 변위 센서(200A, 200B, 또는 200C)와 같은 변위센서(200) 또는 위에서 설명한 마우스-형 변위센서(200D)를 포함할 수 있다. 또한, 하나 이상의 피부 접촉센서들(204)은 레이저의 전달 전에, 타겟의 장치 적용 단부(42)에 아주 근접한 존재를 검출하도록 제공될 수 있다. 일부 실시예들에서, 피부 접촉센서(들)(204)은 압력 스위치, 용량형 터치 센서 또는 다른 센서 기술 적용체를 포함할 수 있다. 특정 실시예들에서, 용량형 터치 센서는 사용자의 피부이외의 표면에 의해서 거의 작동되지 않을 수 있기 때문에 바람직하다.

[0701] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 롤러 장치들이 장치 적용 단부(42)에 제공된다. 치료의 주사 선형성으로 인해, 장치(10A)는 주사방향에 일반적으로 수직인 글라이드 방향으로 글라이드되는 것이 바람직하다(즉, 커팅헤드 또

는 블레이드를 갖는 셰이빙과 유사함). 장지 적용 단부(42)에 배향되고 피부와 접촉하도록 구성된 롤러 장치는 원하는 글라이드 방향으로 장치(10)의 글라이딩을 가이드하는 것을 도울 수 있다. 또한, 롤러 장치는 사용자 쾌감 또는 레이저 펄스의 균일한 적용을 위해 장치(10A)가 건조한 피부를 가로질러 매끄럽게 글라이딩하는 것을 도울 수 있다. 일부 실시예들에서, 롤러장치는 장치 적용단부(42)와 피부 사이의 정지마찰을 감소시킬 수 있다. 롤러장치는 또한 적절한 글라이드 방향의 우수한 시각적 표시를 제공할 수 있다.

[0702] 장치(10A)는 임의의 수의 다른 치료 레벨들 (예, 저, 중 및 고) 또는 모드들을 제공하도록 구성될 수 있으며, 그것은 다음과 같은 하나 이상의 각각 다른 매개변수들에 의해 정의될 수 있다:

[0703] · 빔(112) 당 에너지 : 방사선 소스 (14)를 제어함.

[0704] · 빔 파장: 예를 들면, 방사선 소스(14)의 온도를 제어하거나 또는 방사선 소스들 또는 각각 다른 파장들에 맞추어 구성된 이미터들을 선택적으로 제어함.

[0705] · 치료 점 어레이 밀도: 예를 들면, 도 38-46에 대하여 위에서 설명한 바와 같이, 출력 빔들(112)의 전달(그리고 그래서 치료점들의 발생)을 가능케하는 변위-계 제어시스템(132)에 의해 사용된 최소 임계거리를 제어함. 위에서 설명한 바와 같이, 이러한 최소 임계거리는 피부의 식별된 표면 특징들의 측정거리 또는 수로 표현될 수 있다.

[0706] · 치료 점 크기 또는 형상: 예를 들면 방사선 소스(14) 및/또는 하나 이상의 광학요소들의 위치를 조정함.

[0707] · 도 47에 대하여 설명한 것과 같은 하나 이상의 치료 시간 구분자들(예, 치료 시간에서의 치료점들의 총 수).

[0708] · 방사선 모드: 예, 도 28-29에 대하여 위에서 설명한 모드들 중 임의의 것

[0709] · 빔 주사 속력, 예를 들어, 주사 시스템 모터(120)의 속력을 제어함

[0710] 또한, 방사선 소스(14)가 펄스화된 실시예들/동작 모드들에서:

[0711] · 펄스 온 타임 (즉, 펄스 폭): 방사선 소스(14)를 제어함,

[0712] · 펄스 오프 타임 (즉, 펄스 지연): 방사선 소스(14)를 제어함,

[0713] · 펄스 주파수: 방사선 소스(14)를 제어함,

[0714] · 펄스 파 프로파일 (예, 구형파, 사인파, 등): 방사선 소스(14)를 제어함.

[0715] 각 선택가능 치료 레벨 또는 모드는 이러한 매개변수들 또는 다른 매개변수들중 하나 이상의 결합에 의해 정의될 수 있다. 일부 실시예들에서, 선택 가능 치료 레벨들 또는 모드들은 치료 지각 및 통증, 치료시간 또는 치료의 다른 양상에 대한, 사용자 선택(preferences)의 범위를 수용하기 위하여, 장치(10)에 미리 정하여 저장된다. 예를 들면, 장치(10)는 저, 중 및 고의 선택가능 치료 레벨을 제공할 수 있다. 저 레벨은 비교적 낮은 에너지/펄스 및 주사 열들 사이의 비교적 큰 최소거리(예, 변위-계 제어시스템(132)에 의해 실행됨)에 의해 정의될 수 있으며, 반면에 고 레벨은 비교적 높은 에너지/펄스 및 주사 열들 사이의 비교적 작은 최소거리(예, 변위-계 제어시스템(132)에 의해 실행됨)에 의해 정의될 수 있다. 저 레벨은 통증에 민감한 사용자에게 적합할 수 있고, 반면에 고 레벨은 더 공격적 사용자에게 적합할 수 있다. 다른 실시예들에서, 치료 레벨 또는 모드를 정의하는 각각의 매개변수들은 사용자에 의해서 예를 들면 적합한 사용자 인터페이스(28)를 통하여 선택되거나 또는 조정될 수 있다.

[0716] 장치(10)에 의해 제공된 치료 레벨 또는 모드는 임의의 적절한 방식으로 예를 들면, 제어시스템(18)에 의해 자동적으로 또는 사용자에 의해 선택될 수 있다. 제어시스템(18)은, 임의의 적절한 정보, 예를 들면 하나 이상의 센서들(26)로부터의 피드백에 기초하여 또는 예정된 멀티-시간 치료 플랜에 따라 또는 임의의 기타 관련 정보에 기초하여, 치료 레벨 또는 모드를 자동적으로 선택할 수 있다. 대안적으로, 제어시스템(18)은 사용자가 행한 선택들에 기초하여, 예를 들면 치료할 선택된 인체 부위, 선택 치료시간, 선택 에너지 레벨 등에 기초하여 자동적으로 치료 레벨을 선택할 수 있다.

[0717] 대안적으로, 사용자는 임의의 적절한 사용자 인터페이스(28), 예를 들면 하나 이상의 버튼, 스위치, 손잡이 또는 터치 스크린을 통하여 현재 치료 레벨 또는 모드를 선택할 수 있다. 예를 들면, 장치(10A)는 장치의 터온/오프뿐만아니라, 각각 다른 치료레벨들 또는 모드들 사이의 선택을 가능케하는 전력/치료 제어 버튼(900)을 포함한다. 예를 들면, 버튼(900)은 눌렸을 때 장치(10)에 전력을 공급하는 단일 순간 푸시 버튼 제어유닛일 수 있다. 차후 누름들은 각각 다른 전력 설정치들을 거쳐서 순환한다. 예를 들면, 버튼(900)을 누르는 것은 설정치

들의 다음의 순서를 거쳐서 순서대로 진행할 수 있다:

[0718] [오프]→[온: 저→[온: 중]→[온: 고]→[오프]

[0719] 또 하나의 실시예로서, 누름 버튼(900)은 설정치들의 다음 순서를 통하여 순서대로 진행한다:

[0720] [오프]→[온: 최종 사용된 치료 레벨]→[온: 다음 치료 레벨]…

[0721] →[온: 다음 치료 레벨] 장치를 턴오프하는데 긴 누름이 요구됨.

[0722] 광 설정 표시기들(902)은 전력/치료 제어 버튼(900)을 사용하여 선택된, 현재 선택 치료 레벨 또는 모드를 표시할 수 있다. 일 실시예에서, 3개의 발광 다이오드들(LED)은 다음 코드에 따라 온/오프 상태 및 치료 레벨 설정을 표시한다:

[0723] 3개 모두 오프 = 장치 오프; 하나 온 = 레벨 1 또는 로우 2개 온 = 레벨 2 또는 중; 3개 모두 온 = 레벨 3 또는 하이

[0724] 광 배터리 표시기(904)는 장치(10A)에 제공되는 배터리(20)의 충전상태를 표시할 수 있다. 일부 실시예에서, 표시기(904)는 배터리 상태를 표시하는 다중 칼러 LED, 예를 들면, 녹색은 완전/양호한 충전을 표시하고, 점멸 녹색은 곧 재충전이 필요함을 표시하고, 적색은 고갈된 배터리/사용전에 재충전하여야 한다는 것을 표시하는 적/녹 LED 표시기이다.

[0725] 일부 실시예들에서, 장치(10A)는 사용자에게 촉각 피드백을 제공하기 위하여, 예를 들면, 다양한 이벤트(예, 버튼 누름, 적절한 용법, 특정 센서 피드백에 의한 치료시간의 일시정지, 등)를 표시하기 위하여 진동형 피드백을 제공하기 위하여 하우징(24)내에 촉각 피드백 장치를 포함한다. 이러한 촉각 피드백은 참고번호(906)에 의해 일반적으로 표시된다.

[0726] 장치(10A)는 거울의 정면에 사용되고 각각의 다른 사용자들에 의해 다양한 위치에 놓여지기 때문에, 시각 표시기, 예를 들어, LED를 전반적인 시계를 제공하는 방식으로 위치시키는 것은 어려울 수 있다. 그래서, 장치(10A)는 하나 이상의 "광 구역(wide area)" 형 표시기들, 예를 들면 광선 링, 글로우잉 하우징 또는 사용자 및 장치(10A)의 광범위한 위치들로부터 볼 수 있는 기타 광 구역 광 장치를 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 더하여, 시각 표시기(들)은 많은 조건들, 예를 들면 직접적인 시계와 눈 주위에 치료할 때와 같은 주변 시계에서, 또는 거울에서, 예를 들어, 피부 둘레를 글로우(glow)하는 것처럼 보여질 수 있는 치료빔 구경 둘레의 가시광선 광들 하에서 우수한 조망을 제공하기 위하여 조심스럽게 위치될 수 있다.

[0727] 장치(10A)는 사용자에게 그들이 장치를 바르게 사용하고 있는지(예, 적절한 기술을 사용함) 및 장치가 바르게 동작하고 있는지(예, 적절한 레이저 출력)를 표시하기 위하여 임의의 적절한 방식의 "바른 용법" 피이드 백을 포함한다. 예를 들면, 장치(10)는 청각 "행복 음향" LED 표시들, 위에서 설명된 분별있는(discreet) 및 광 구역형 표시기들, 촉각 피드백(906)(예, 진동) 및/또는 임의의 기타 적절한 피드백을 제공할 수 있다. 제어시스템(18)은 모든 센서들(26)이 만족하고 레이저 펄스들이 인에이블할 때, 이러한 피드백을 제공할 수 있다.

[0728] 장치(10A)는 또한 속도지원(pacing assistance) 및 자동 셧오프 기능을 제공할 수 있다. 원하는 전제 안면치료는 타겟구역(예, 얼굴)을 가로질러 치료점들의 실질적으로 균일한 패터(patter)로 구성될 수 있다. 타겟 구역의 균일한 치료를 용이하게 하기 위하여, 장치(10A)는 예를 들면 치료시간 동안에 총 치료점들 중 예정된 분율이 타겟 구역에 생성되고 난 후에, 타겟 구역의 한 부위에서 또 하나의 부위로 언제 이동할 지를 표시하는 피드백을 사용자에게 제공할 수 있다. 예를 들면, 일 실시에는 36개의 치료점/cm2를 제공하며 이것은 300 cm2의 평균 얼굴에 대하여 약 10,000개의 치료점들에 대응한다. 얼굴은 네 사분원호(quadrants)로 구성된 것을 간주될 수 있다. 10,000개의 치료점의 전체 안면치료에 대하여, 2,500개의 치료점들이 균일한 치료를 제공하기 위하여 각 사분원호에 생성되어야한다. 그래서, 장치(10A)는 2,500개의 치료점들이 생성되고 난후에, 5,000개의 총 치료점들이 생성되고 난 후에, 그리고 7,500개의 총 치료점들이 생선되고 난 후에, 한 사분원호에서 다음 사분원호로 이동하는 것을 용이하게 하기 위하여 사용자에게 피드백을 제공할 수 있다. 사용자는 각 이러한 피드백시에(예, 사용자 매뉴얼 또는 예를 들면 디스플레이(32)를 통해 장치(10A)에 의해 제공된 지시들로부터) 사분원호에서 사분원호로 이동할 것을 알 수 있다. 피드백은 청각, 시각 및/또는 촉각 피드백일 수 있다. 장치(10A)는 그리고 완전 10,000개의 치료점들을 전달한 후에 자동적으로 전력을 공급받는다.

[0729] 일부 실시예들에서, 장치(10A)는 장치(10A)의 활성화를 가능케 하기 위하여, 제거가능 카트리지(910) 또는 분리 아이템(912)과 통신하는 것이 필요할 수 있다. 예를 들면, 경피 용액(topical solution)의 통은 장치(10A)를 동작 가능상태로 만들기 위하여 ID가 장치(10A)와 통신하도록 구성된 RFID 태그(912)를 포함할 수 있다. 또 하나

의 예로서, 장치(10A)는 제한 수명을 가진 특수 배터리를 필요로 할 수 있으며 장치는 예정된 수의 치료들 또는 시간들 또는 기타 매개변수를 제공하는 하드웨어 카트리지를 가질 수 있다. 또 하나의 다른 실시예들에서, 장치는 PC 모니터상의 시각 신호들을 통한 PC 모니터, 또는 TCP/IP 또는 다른 프로토콜들을 통한 인터넷과 같은 외부 시스템과 통신하는 것이 필요로 할 수 있다. 경피 소모성 품목, 하드웨어 소모성 품목 또는 그것들과 같은 전자 키이들이 장치 사용과 연관된 되풀이되는 수익을 제공하도록 구성될 수 있다.

[0730] 일부 실시예들에서, 장치(10A)는 전기 충전기(720)의 핸드헬드 장치(10)로의 유도결합(inductive coupling)을 위한 장치들을 포함할 수 있다. 이것은 리셉터클/스탠드 형 배열체(730) 또는 패드 또는 핸드피스가 치료들 사이의 저장을 위해 놓이는 트레이에 결합될 수 있다. 이러한 구성은 빈번하게 재충전하기 위한 수동 플러그 장치(10)의 필요성을 없애는데 도움이 될 수 있다. 유도 충전 스탠드 또는 패드와 함께, 벽 플러그-인 충전기의 특징들이 충전기 스탠드(730)와 결합될 수 있고 장치 충전 회로에 A/C 충전 전류를 유도적으로 제공할 수 있다.

[0731] 도 62a 및 도 62b는 특정 실시예들에 따른 장치(10)의 특정 부품들의 예시적 구성을 도시한다. 특히, 도 62a 및 도 62b는 도 34에 보여진 것과 유사한 방사선 엔진(12), 상류 광학물품(64), 컵형상의 회전 주사요소(100B), 배터리(20) 및 윈도우(44)를 포함한 적용 단부(42)의 예시적 배열체를 도시한다.

[0732] 도 63은 특정 실시예들에 따른 장치(10)의 특정 부품들의 또 하나의 예시적 구성을 도시한다. 특히, 도 58은 도 33a-33b에 보여진 것과 유사한 방사선 엔진(12), 상류 광학물품(64), 컵 형상의 회전 주사요소(100B) 및 장치의 적용 단부에 근접한 선택적인 하류 광학물품(64')의 예시적 배열체를 도시한다.

[0733] 도 64a-64d는 특정 실시예들에 따른, 컵 형상 회전 주사요소(100B)를 이용하는 예시적 장치(10)의 다양한 도면을 도시한다. 특히, 도 64a-64d는 컵 형상 회전 주사요소(100B), 도 34에 보여진 것과 유사한 방사선 엔진(12), 선택적인 하류 광학물품(64'), 배터리(20) 및 선택적인 하류 광학물품(64') 둘레에 위치된 다양한 센서들(200, 204, 및 214)을 포함하는 적용 단부(42)의 예시적 배열체를 도시한다.

[0734] 도 65a-65d는 특정 실시예들에 따른, 원판 형상 회전 주사요소(100A)를 이용하는 예시적 장치(10)의 다양한 도면을 도시한다. 특히, 도 65a-65d는 원판 형상 회전 주사요소(100A), 도 34에 보여진 것과 유사한 방사선 엔진(12), 선택적인 하류 광학물품(64'), 배터리(20) 및 선택적인 하류 광학물품(64') 둘레에 위치된 다양한 센서들(200, 204, 및 214)을 포함하는 적용 단부(452)의 예시적 배열체를 도시한다.

[0735] 도 66a-66b 및 도 67a-67b는 다양한 실시예에 따른, 도 64a-64d 및 도 65a-65d에 보여진 예시적 장치들(10)의 광학 시스템들(15)을 도시한다. 도 66a 및 도 66b는 특히, 선택적 하류 광학물품(64')이 생략된 실시예들에 따른, 도 64a-64d 및 도 65a-65d에 보여진 예시적 장치들(10)의 광학 시스템들(15)을 도시한다. 대조적으로, 도 67a 및 도 67b는 선택적 하류 광학물품(64')을 포함하는 실시예들에 따른, 도 64a-64d 및 도 65a-65d에 보여진 예시적 장치들(10)의 광학 시스템들(15)을 도시한다.

[0736] 도 66a 및 도 66b에 대하여 살펴보면, 도 66a는 고속 축 프로파일에서의 광학 시스템(15)을 보여주고 반면에 도 66b는 고속 축 프로파일과 직교하는 저속 축 프로파일에서의 광학 시스템(15)을 보여준다. 보여진 바와 같이, 상류 광학물품(64)은 빔의 고속 축 프로파일에 영향을 주는(수렴) 로드 렌즈이지만, 빔의 저속 축 프로파일에 크게 영향을 주지 않으며, 반면에 주사요소(100)(예, 요소(100A 또는 100B)는 빔의 저속 축 프로파일에 영향을 주지만(수렴), 고속 축 프로파일에 크게 영향을 주지 않는다. 이 예에서, 각 전달된 빔(114)은 피부(40)의 표면보다 약간 위에 있는 초점 또는 초점면을 갖는다. 다른 실시예들에서, 각 전달 빔(114)의 초점 또는 초점면은 피부(40)의 표면과 동일 평면에 있으며, 또는 대안적으로 피부(40)의 표면 아래에 있을 수 있다.

[0737] 이제 도 67a 및 도 67b를 살펴보면, 도 67a는 고속 축 프로파일에서의 광학시스템(15)을 보여주며, 반면에 도 67b는 저속 축 프로파일에서의 광학시스템(15)을 보여준다. 보여진 바와 같이, 상류 광학물품(64)은 빔의 고속 축 프로파일에 영향을 주지만(약간 수렴하거나 평행하게 함), 빔의 저속 축 프로파일에 크게 영향을 주지 않는 로드 렌즈이고; 주사요소(100) (예, 요소(100A 또는 100B))는 빔의 저속 축 프로파일에 영향을 주지만(수렴), 고속 축 프로파일에 크게 영향을 주지 않으며; 그리고, 하류 광학물품(64')은 빔의 고속 축 프로파일을 추가로 수렴시키지만, 빔의 저속 축 프로파일에는 크게 영향을 주지 않는 제2 로드 렌즈이다. 위에서 설명한 예와 마찬가지로, 각 전달 빔(114)은 피부(40)의 표면보다 약간 위에 있는 초점 또는 초점면을 갖는다. 다른 실시예들에서, 각 전달 빔(114)의 초점 또는 초점면은 피부(40)의 표면과 동일한 평면이고, 또는 대안적으로 피부(40)의 표면 아래에 있을 수 있다.

[0738] 일부 실시예들에서, 하류 광학물품(64')은 적어도 50 mrad의 빔(114)의 발산을 제공한다. 특정 실시예들에서, 하류 광학물품(64')은 적어도 75 mrad의 빔(114)의 발산을 제공한다. 특정 실시예들에서, 하류 광학물품(64')은

적어도 100 mrad의 빔(114)의 발산을 제공한다. 예를 들면, 하류 광학물품(64')은 100 mrad의 빔(114)의 발산을 제공하는 로드 렌즈를 포함할 수 있다. 이러한 발산은 다양한 레벨의 고유 눈 안전을 제공하며, 눈 안전은 증가된 빔 발산에 따라서 증가한다.

[0739] 도 68a-68c는 특정 실시예들에 따른, 컵 형상 회전 주사요소(100B)를 이용하는 예시적 장치(10)의 다양한 도면들을 보여준다. 특히 도 68a는 배터리(20), 팬(34) 및 방사선 엔진(12), 상류 광학물품(64), 컵 형상 주사요소(100B), 전환(turning) 거울(65) 및 장치의 적용 단부(42)에 근접한 선택적인 하류 광학물품(64')을 포함하는 방사선 발생 및 전달 시스템의 예시적 배열체를 도시한다. 도 68b는 광학물품 시스템(15) 및 일반적인 빔 전파 방향들을 보여주는, 도 68a의 확대도이다. 마지막으로, 도 68c는 조립 장치(10)를 보여주며 도 68a에 보여진 조립체는 바깥 하우징(24)을 포함하며 빔들(114)이 장치의 적용 단부(42)로부터 전달됨을 보여준다.

[0740] 도 68b에 보여진 바와 같이, 방사선 엔진(12)은 히트 싱크(36)에 설치되고 다이오드 레이저(14)를 포함하는 레이저 패키지(250)를 포함한다. 방사선 엔진(12)은 도 33a-33b, 도 34, 또는 도 35a-35b에 보여진 또는 임의의 기타 적절한 방식으로 보여진 배열체들 중 임의의 것과 유사하게 구성될 수 있다. 보여진 바와 같이, 광학 시스템(15)은 (a) 상류 고속 축 로드 렌즈(64), (b) 모터(120)에 의해 구동되며 입력 빔(110)의 전파 방향에 대하여 제로가 아니고, 90도가 아닌 각도로 배열된 회전축을 갖는 컵 형상 멀티-섹터 회전 주사요소(100B)(도11a에 대하여 위에서 설명한 바와 같이); (c) 회전 주사요소(100B)에 의해 출력 빔들(112)의 어레이를 재배향시키거나, 또는 "전환(turn)" 시키도록 구성된 하류 평면 전환 거울(65); 그리고 (d) 선택적인 하류 고속 축 로드 렌즈(64')를 포함한다.

[0741] 예를 들면, 휠 또는 원판 형태의 인코더(121)는 인코더 휠(121)의 회전이 요소(100B)와 동기화된 상태로 유지되도록 회전 주사요소(100B)에 고정될 수 있다. 인코더 휠(121)은 주사요소(100B)의 회전 및/또는 회전 위치를 검출 또는 모니터링하는데 사용될 수 있으며, 이 정보는 다양한 기능을 위한 제어 시스템(18)에 의해 사용될 수 있다. 그래서, 인코더(121)는 인코더(121)의 원주 또는 주위 둘레에 다수의 검출 가능 특징들을 포함할 수 있다. 상기 다수의 검출 가능 특징들은 주사요소(100B)의 섹터들의 수와 동일하거나 또는 그의 배수일 수 있으며, 이러한 섹터들에 대하여 원하는 회전 정렬로 고정될 수 있다. 그래서, 주사요소(100B)의 회전 및/또는 회전 위치에 대한 정보는 인코더(121)의 검출가능 특징들을 검출함으로써 결정되고 또는 모니터링될 수 있다.

[0742] 예를 들면, 도 56-57에 대하여 위에서 설명한 바와 같이, 인코더 휠(121)은 방사선 소스(14)로부터 각 빔 펄스를 트리거하는데 사용될 수 있다. 예를 들면, 인코더(121)이 주사요소(100B)에 대응하는 하나의 검출가능 특징을 포함하는 실시예에서, 특정 점을 지나가는 각 검출가능 특징의 검출은, 그 검출가능 특징에 대응하는 주사요소(100B)의 섹터를 거쳐서 전달되는 방사선 엔진(14)으로부터의 펄스를 트리거하는데 사용될 수 있다. 예를 들면, 도 56-57에 대하여 위에서 설명한 바와 같이, 각 펄스는 인코더(121)가 회전할 때 다음 검출가능 특징들의 검출과 동시에 트리거되거나, 또는 다음의 검출가능 특징의 검출후에 어떤 미리 정해진 또는 동적 결정된 지연 시간이 지나고나서 트리거될 수 있다. 인코더(121)는 또한, 예를 들면 주사요소(100B)가 회전을 정지하였다고 결정된다면 방사선 소스(14)를 순간적으로 턴오프하기 위하여 장치(10)의 안전 특징들에 대하여 모니터링될 수 있다.

[0743] 장치(10)의 원하는 크기, 형상 또는 형태인자를 제공하기 위하여 예를 들면, 장치(10)의 크기를 감소시키고 및/또는 인체공학의 핸드 헬드 형상을 제공하기 위하여 전환 거울(65)이 출력 빔들(112)의 어레이를 재배향시키거나 또는 "전환"시키도록 제공될 수 있다. 도 68c을 참고하면, 예시적 장치(10)는 손으로 파지되도록 구성된 길쭉한 핸들 부분(24A), 헤드 부분(24B) 및 핸들 부분(24A)의 길쭉한 방향에 일반적으로 수직인 방향으로 빔들(114)을 전달하도록 구성된 광학 시스템(15)을 포함한다. 또한, 도 68c에 보여진 바와 같이, 주사 방향은 핸들 부분(24A)의 길쭉한 방향에 일반적으로 평행하게 연장된다. 이 구성은 예를 들면 빔들이 핸들 부분(24A)의 길쭉한 방향과 동일한 방향으로, 예를 들면 사용자 인터페이스(952-962)가 놓여지는 장치의 끝으로부터, 전달되는 구성과 비교하여, 장치(10)를 동작하는 동안에 사용자에게 더 편안하고 또는 인체공학적일 수 있다.

[0744] 도 69a-69b 및 도 70a-70b는 특정 실시예에 따른, 도 68a-68c에 보여진 예시적 장치(10)의 광학 시스템(15)를 도시한다. 특히 도 69a 및 도 69b는 선택적 하류 광학물품(64')이 생략된 실시예들에 따른, 도 68a-68c에 보여진 장치(10)의 광학 시스템(15)을 도시한다. 대조적으로 도 70a 및 도 70b는 하류 광학물품(64')을 포함하는 실시예들에 따른, 도 68a-68c에 보여진 장치(10)의 광학 시스템(15)을 도시한다.

[0745] 도 69a 및 도 69b를 참고하면, 도 69a는 고속 축 프로파일에서의 광학 시스템(15)을 보여주고 반면에 도69b는 고속 축 프로파일과 직교하는 저속 축 프로파일에서의 광학 시스템(15)을 보여준다. 보여진 바와 같이, 상류 광학물품(64)은 빔의 고속 축 프로파일에 영향을 주지만(수렴함), 빔의 저속 축 프로파일에 영향을 크게 주지 않

는 로드 렌즈이고, 반면에 주사요소(100)(예, 요소(100A또는 100B)은 빔의 저속 축 프로파일에 영향을 주지만(수렴함), 빔의 고속 축 프로파일에 영향을 크게 주지 않는다. 전환 거울(65)은 재배향하지만 그외에 출력 빔들(112)에 영향을 주지 않는 평면 거울일 수 있다. 이 예에서, 각 전달 빔(114)은 피부(40)의 표면보다 약간 위에 있는 초점 또는 초점면을 갖는다. 다른 실시예들에서, 각 전달 빔(114)의 초점 또는 초점면은 피부(40)의 표면과 동일한 평면이거나 또는 대안적으로 피부(40)의 표면 아래에 있을 수 있다.

[0746] 이제 도 70a 및 도 70b를 살펴보면, 도 70a는 고속 축 프로파일에서의 광학시스템(15)을 보여주며, 반면에 도 70b는 저속 축 프로파일에서의 광학시스템(15)을 보여준다. 보여진 바와 같이, 상류 광학물품(64)은 빔의 고속 축 프로파일에 영향을 주지만(약간 수렴하거나 평행하게 함), 빔의 저속 축 프로파일에 크게 영향을 주지 않는 로드 렌즈이고; 주사요소(100) (예, 요소(100A 또는 100B))는 빔의 저속 축 프로파일에 영향을 주지만(수렴), 고속 축 프로파일에 크게 영향을 주지 않으며; 그리고, 하류 광학물품(64')은 빔의 고속 축 프로파일을 추가로 수렴시키지만, 빔의 저속 축 프로파일에는 크게 영향을 주지 않는 제2 로드 렌즈이다. 또한, 전환 거울(65)은 출력 빔들(112)을 재배향시키지만 그외에 출력 빔들(112)에 영향을 주지 않는 평면 거울일 수 있다. 위에서 설명된 예와 마찬가지로, 각 전달 빔(114)은 피부(40)의 표면으로부터 약간 위에 있는 초점 또는 초점면을 갖는다. 다른 실시예들에서, 각 전달 빔(114)의 초점 또는 초점면은 피부(40)의 표면과 동일한 평면이거나 또는 대안적으로 피부(40)의 표면 아래에 있을 수 있다.

[0747] 도 68c로 다시 돌아가 살펴보면, 장치(10)는 장치(10)에 임의의 적절할 장소들에 다양한 사용자 인터페이스 특징들(28)을 포함할 수 있다. 이 실시예에서, 장치(10)는 사용 표시기(950), 전력/모드 셀렉터(952), 선택 모드 표시기(954), 치료 완료 표시기(956), 배터리 충전 표시기(958), 알람 표시기(960), 및 장치 로크 표시기 (962)를 포함하는 사용자 인터페이스 특징들(950-962)을 포함한다.

[0748] 사용 표시기(950)는 장치(10)가 적용 단부(42)로부터 방사선을 전달할 때를 표시하는 임의의 표시기(예, LED)를 포함할 수 있다. 사용 표시기(950)는 장치(10)에 치료 동안에 사용자가 볼 수 있는 장소에 위치될 수 있다.

[0749] 전력/모드 셀렉터(952)는 장치(10)를 턴온 및 오프시키고 또한 치료 시간동안의 장치(10)의 동작 모드(예, 특정 치료 모드, 전력 레벨, "쾌감 레벨"등)를 선택하는 데 사용되는 임의의 적절한 인터페이스(예, 내리누름 버튼, 가동 스위치, 용량형 스위치, 터치 스크린, 등)일 수 있다. 예를 들면, 셀렉터(952)는 눌릴 때 장치(10)에 전력을 공급하는 단일 순간 푸시 버튼 제어유닛일 수 있다. 예를 들면, 누름 버튼(900)은 다음의 설정들의 순서를 거쳐서 순서대로 진행할 수 있다:

[0750] [오프]→[온: 레벨 1 동작 모드]→[온: 레벨 3 동작 모드]→[온: hi 레벨 3 동작 모드]→[오프]

[0751] 선택 모드 표시기(954)는 전력/모드 셀렉터(952)를 사용하여 선택된, 장치(10)의 현재 선택된 치료 동작 모드(예, 특정 치료 모드, 전력 레벨, "쾌감 레벨" 등)를 표시할 수 있다. 일 실시예에서, 선택 모드 표시기(954)는, 현재 선택된 동작 모드가 예를 들면 대응하는 LED를 발광함으로써, 또는 다음의 코드에 따라, 표시될 수 있도록, 각각이 장치(10)의 3개의 각각 다른 동작 모드들 중 하나에 대응하는 3개의 LED들을 포함한다:

[0752] 3개 모두 LED 오프 = 장치 오프; 1개 LED 발광 = 레벨 1 동작 모드; 2개 LED 발광 = 레벨 2 동작 모드; 3개 모두 LED 발광 = 레벨 3 동작 모드

[0753] 치료 완료 표시기(956)는 특정 추천 치료 시간의 성공적인 완료를 표시하기 위한 임의 적절한 인터페이스를 포함하며, 상기 추천 치료 시간은 예를 들면 위에 설명한 바와 같이, 하나 이상의 치료시간 구분자들에 기초하여 정의될 수 있다.

[0754] 배터리 충전 표시기(958)는 장치(10)에 제공된 배터리(20)의 충전 상태를 표시할 수 있다. 예를 들면, 표시기(958)는 배터리 상태를 표시하는 다중 칼러 LED, 예를 들면, 녹색은 완전/양호한 충전을 표시하고, 점멸 녹색은 곧 재충전이 필요함을 표시하고, 적색은 사용전에 고갈된 배터리/사용전에 재충전하여야 한다는 것을 표시하는 적/녹 LED 표시기이다. 또 하나의 예로서, 표시기(958)는 배터리 아이콘의 대응하는 분유를 발광하여 배터리(20)의 잔류 충전의 분율을 표시할 수 있다.

[0755] 알람 표시기(960)는 장치(10)의 오류 조건, 예를 들면 임의의 제어시스템(18) 또는 전자장치(30)에 의해 식별된 오류 조건을 표시하기 위한 임의의 적절한 인터페이스를 포함할 수 있다. 예를 들면, 알람 표시기(960)는 각각 다른 오류 조건들에 대응하는 각각 다른 색상들을 디스플레이하도록 구성된 멀티 칼러 LED를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 장치(10)는 오류 조건을 표시하는 청각 피드백을 제공할 수도 있다.

[0756] 장치 로크 표시기(962)는 장치(10)가 동작으로부터 로크되어 있는지(예, 어린이 로크 안전 특징) 를 표시하기 위한 임의의 적절한 인터페이스를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 장치(10)는 하나 이상의 사용자 인터페이스(28)와의 예정된 사용자 상호작용에 의해 로크 및/또는 언로크(unlocked)될 수 있다. 예를 들면, 장치(10)는 버튼들의 예정된 결합체를 누름으로써 로크 및/또는 언로크될 수 있다. 또 하나의 예로서, 장치(10)는 예정 시간 구간만큼 하나 이상의 예정 버튼들을 홀딩함으로써 로크 및/또는 언로크될 수 있으며, 상기 시간 구간은 시각, 청각 또는 촉각 피드백에 의해 표시될 수 있다. 예를 들면, 일 실시예에서, 장치(10)는 다음 방식으로 로크 및 언로크된다. 사용자가 전력/모드 버튼(952)을 눌러 홀딩할 때, 장치(10)는 매 1 초마다 일련의 가청음을 내기 시작한다. 장치는 4번째 톤(tone)후 5번째 톤 전에 버튼(952)을 해제함으로써 로크될 수 있다. 이에 대응하여, 장치 로크 표시기(962)는 발광되고 사용자 인터페이스(28)를 포함하는 장치(10)의 동작 및 사용은 장치(10)이 언로크될 때까지 로크된다. 전력/모드 버튼(952)을 눌러 홀딩하고 그리고나서 4 초 내지 5 초의 시간 후에 해제함으로써 장치(10)는 장치가 로크되는 방식과 동일한 방식으로 언로크될 수 있다.

[0757] 위에 더하여, 장치(10)는 장치(10)의 상태, 설정들 및/또는 동작에 대한 추가 시각, 청각 및/또는 촉각 피드백를 제공할 수 있다. 예를 들면, 주사 시스템 모터(120)가 치료의 온/오프 시간에 대응하여 턴온 및 턴오프되는 실시예들에서, 모터(120)의 회전은 장치가 동작하고 있다는 것을 사용자에게 표시하는 고유 촉각 피드백(예, 약간의 진동)을 제공할 수 있다. 또 하나의 예로서, 장치(10)는 치료 시간의 예정된 부분들의 완료뿐만 아니라, 치료 시간의 완료시에 시각, 청각 및/또는 촉각 피드백을 제공하도록 프로그램될 수 있다. 예를 들면, 장치(10)는 치료 시간의 각 25%후에 (예, 25% 완료, 50% 완료, 75% 완료, 및 100% 완료를 표시하는) 톤을 방출할 수 있다. 그래서, 전체-안면 치료에 대하여, 예를 들면, 사용자는 치료 시간의 각 25% 동안에 얼굴의 일 사분원호를 치료할 수 있다. 위에서 설명한 바와 같이, 치료 시간은 예정 치료 시간 구분자, 예를 들면 전달된 빔들의 총 수, 주사의 총 수, 전달된 총 에너지, 등에 의해 정의될 수 있다. 그래서, 치료의 예정 부분들(예, 25%)은 이러한 치료 시간 구분자에 기초하여 정의될 수 있다. 예를 들면, 20,000개의 총 MTZs의 구분자에 의해 정의되는 전체-안면 치료에 대하여, 장치(10)는 각 5,000개의 전달 빔들(114) 후에 일 톤씩 방출할 수 있다.

[0758] 동작 모드 / "쾌감 레벨"

[0759] 위에서 설명한 바와 같이, 장치(10)는 다중 다른 동작 모드들에 따라 동작하도록 구성될 수 있으며, 이 동작 모드들은 사용자에 의해 수동으로 선택되고 및/또는 장치(10)의 제어시스템(18)에 의해 자동적으로 선택될 수 있다. 동작 모드는 예를 들면, 치료 모드 (예, 글라이딩 모드 대 스탬핑 모드), 전력 레벨 (예, 저 전달 에너지/MTZ, 중 전달 에너지/MTZ, 또는 고 전달 에너지/MTZ), "쾌감 레벨"(예, 쾌감 레벨 1, 쾌감 레벨 2, 쾌감 레벨 3, 등)을 포함할 수 있다. 장치(10)는 임의의 적합한 수의 선택가능 치료 모드들, 예, 2,3,4,5 또는 더 많은 선택가능 치료모드들에 맞추어 구성될 수 있다.

[0760] 일 실시예에서, 장치(10)는 아래의 표 2에 따라, 3개의 선택가능 치료 레벨들을 제공하는데 맞추어 구성된다.

표 2

[0761]

	레벨 1	레벨 2	레벨 3
원 레이저 전력 (즉, 방출됨) (근사화)	3 W	3 W	3 W
펄스 지속시간 (근사화)	3 ms	6 ms	7 ms
장치의 총 광 효율 (근사화)	55 %	55 %	55 %
전달 빔(114) 당 에너지 / MTZ (근사화)	5 mJ	10 mJ	12 mJ
치료점 크기, 되묻음이 없다고 가정함 (근사화)	0.06 mm^2	0.06 mm^2	0.06 mm^2
4 cm/sec의 전형적인 수동 글라이드 속력에서의 되묻음 효과를 포함하는 치료점 크기(근사화)	0.10 mm^2	0.13 mm^2	0.14 mm^2
4 cm/sec의 전형적인 수동 글라이드 속력을 가정한, 각 MTZ에서의 에너지 밀도 (근사화)	5 J/cm^2	8 J/cm^2	9 J/cm^2
MTZ 깊이 (근사화)	100 ㎛	250 ㎛	300 ㎛

MTZs의 연속 주사열들 사이의 장치(10)의 최소 변위	1 mm (또는 *n* 식별된 피부 특징들, 여기서 예를 들면 n = 2 또는 3)	1 mm (또는 *n* = 2 또는 3 피부 특징들)	1 mm (또는 *n* = 2 또는 3 피부 특징들)
주사 주파수 (차단되지않은 주사를 가정)	110 MTZ/sec (쾌감 모드, 예, 모터(120)의 속력을 50% 만큼 감소시킴으로써 달성됨)	110 MTZ/sec	90 MTZ/sec
전체-안면치료($300\ cm^2$) 용 총 MTZs (예, 치료 시간 구분자로서 시행됨)	10,800 MTZ	21,600 MTZ	39,000 MTZ
치료 점 밀도(근사화)	$36\ MTZ/cm^2$	$72\ MTZ/cm^2$	$130\ MTZ/cm^2$
전체-안면치료용 치료 시간 (근사화)	2 min	5 min	10 min

[0762] 전달 빔의 초점면

[0763] 도 71은 특정 실시예에 따른, 피부(40) 표면에 대하여, 초점면(FP)을 도시하는, 전달 빔(114)의 고속 축 프로파일 및 저속 축 프로파일의 그래프 및 횡단면을 도시한다. 예를 들면, 도 71은 방사선 소스(14)로 레이저 다이오드를 사용하고, 예를 들어 도 68a-68c에 보여진 실시예와 같이 하류 고속 축 광학물품(예, 로드 렌즈)(64')을 포함하는 장치(10)의 실시예들에 대응할 수 있다.

[0764] 도 71의 정상부분은 고속 축 광학물품(64")(의 하류)을 넘어서는 거리의 함수로서 , 고속 축과 저속 축 양축에서의 빔 직경의 그래프를 도시한다. 도 71의 바닥부분은 적용 단부(42)의 바깥 표면(242)을 포함하는 장치(10)의 적용 단부(42), 고속 축 광학물품(64') 및 빔(114)이 피부(40)에 전달되는 개방 리세스 구역(244)의 횡단면을 도시한다. 적용 단부(42)가 피부에 대고 눌려질 때, 피부의 부분(40A)은 도시된 바와 같이, 개방 리세스 구역(244)으로 눌려들어갈 수 있다. 도 71의 바닥부분은 또한, 다양한 평형 평면들 A-E로 식별되며, 여기서 평면A는 광학물품(64')의 첨단부의 평면이다, 평면B는 빔(114)의 고속 축 프로파일의 최소폭 또는 웨이스트에 대응하는 평면이고, 평면C는 저속축 프로파일의 최소폭 또는 웨이스트에 대응하는 평면이고, 평면D는 장치(10)의 적용 단부(42)의 개방 리세스 구역(244)내의 피부 부분(40A)의 최대 침투에 대응하는 평면이며, 그리고 평면E는 적용 단부(42)의 바깥 표면(242)에 대응하는 평면이다.

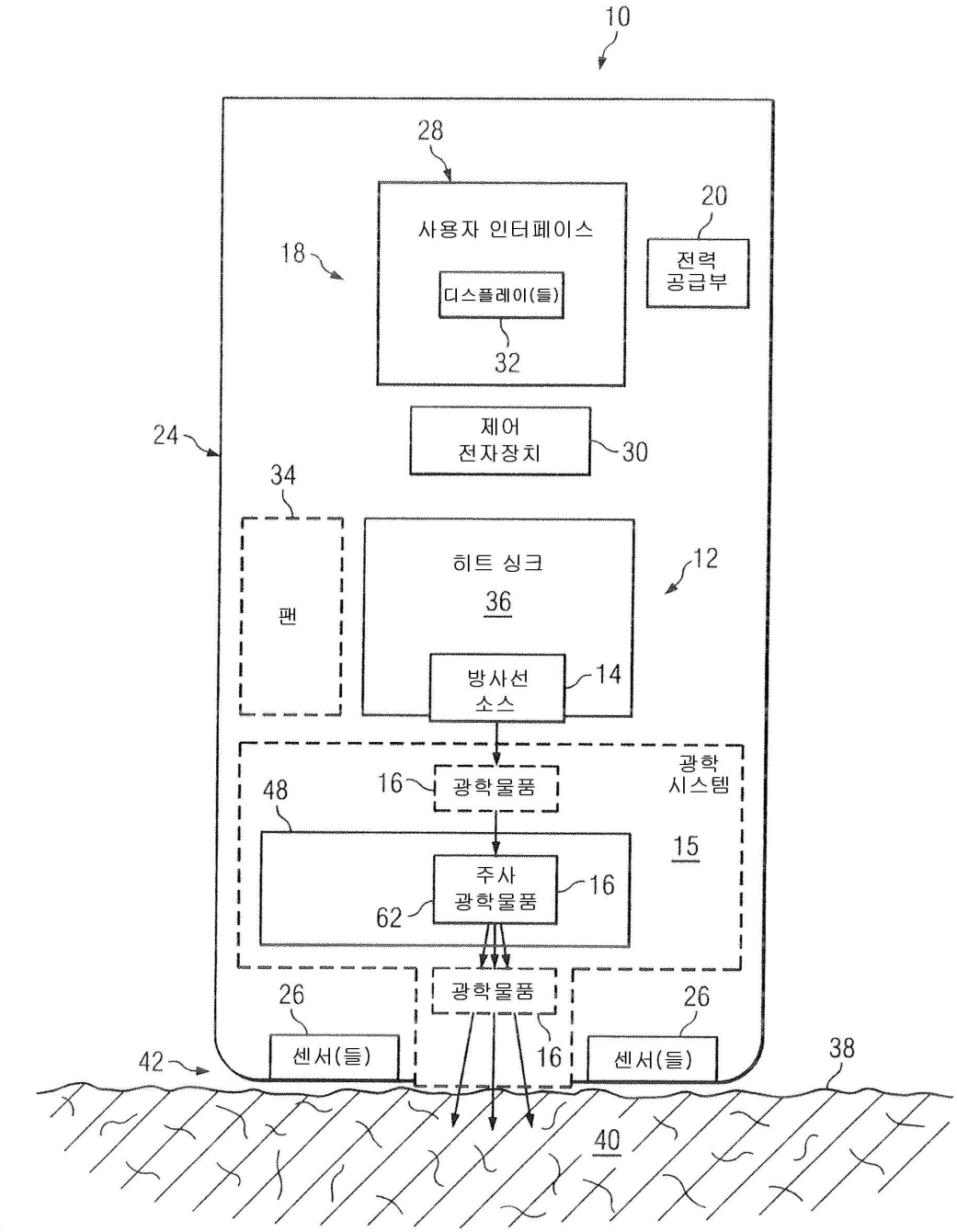
[0765] 도시된 예에서, 하류 고속축 광학물품(64')을 포함하는 장치(10)의 광학 시스템(15), 주사요소(62) 및 광학 시스템(15)의 임의의 기타 광학요소들(16)은 고속 축과 저속 축 각각으로 출력 빔을 수렴시켜, 각 전달 빔(114)이 피부 표면 보다 약간 위에 (즉 피부 밖에) 위치하는 초점 또는 초점면(FP)을 갖도록 구성된다. 위에 설명한 바와 같이, 각 전달 빔의 "초점" 또는 "초점면"은 최소 횡단면 구역을 갖는 빔의 전파 축에 수직인 평면으로 정의된다. 이 실시예에서, 초점면(FP)는 고속축 빔 프로파일(평면B)의 웨이스트와 저속 축 빔 프로파일(평면C)의 웨이스트 사이에 위치된다.

[0766] 그래서, 이 실시예에서, 빔(114)은 피부에 입사시에 약간 발산하고 약 200-250 ㎛(고속 축방향으로) × 약 200-250 ㎛(저속 축방향으로)의 치료점을 생성하며, 이것이 예를 들면 부분 치료에 적합할 수 있다. 다른 실시예들에서, 장치(10)는 예를 들면 고속 축 광학물품, 저속 축 광학물품, 광학요소들 사이의 거리, 광학요소의 전력 등의 세목을 변경하여, 임의의 다른 적절한 치료점 크기 및/또는 다른 치료점 형상을 제공하도록 구성될 수 있다.

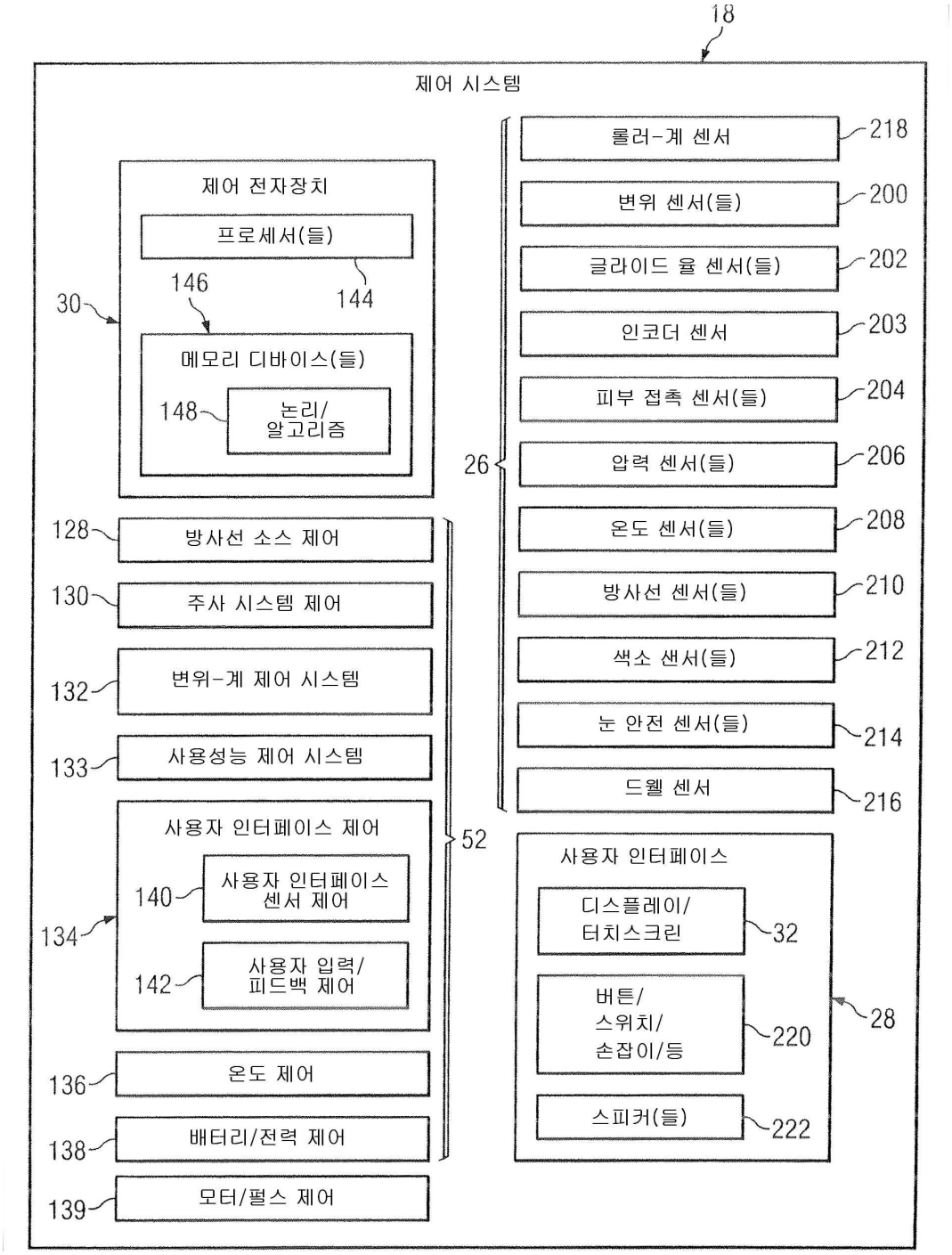
[0767] 또한, 다른 실시예들에서, 장치(10)는 전달 빔들(114)의 초점면(FP)이 피부(40)의 표면에 있도록, 또는 예를 들면 피부 치료들의 다양한 형태들에 적합한, 임의의 적절한 거리만큼 피부(40)의 표면 아래에 있도록, 구성될 수 있다.

도면

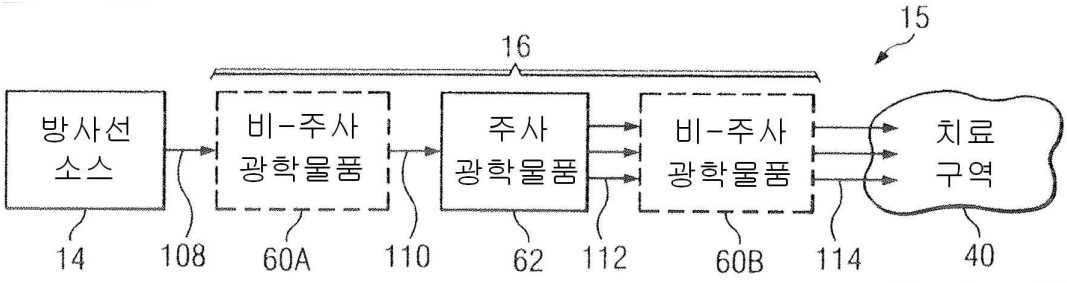
도면1


10
28
사용자 인터페이스
디스플레이(들)
32
18
20
전력
공급부
24
제어
전자장치
30
34
팬
히트 싱크
36
12
방사선
소스
14
광학
시스템
15
48
16
광학물품
주사
광학물품
62
16
26
센서(들)
광학물품
16
26
센서(들)
42
38
40

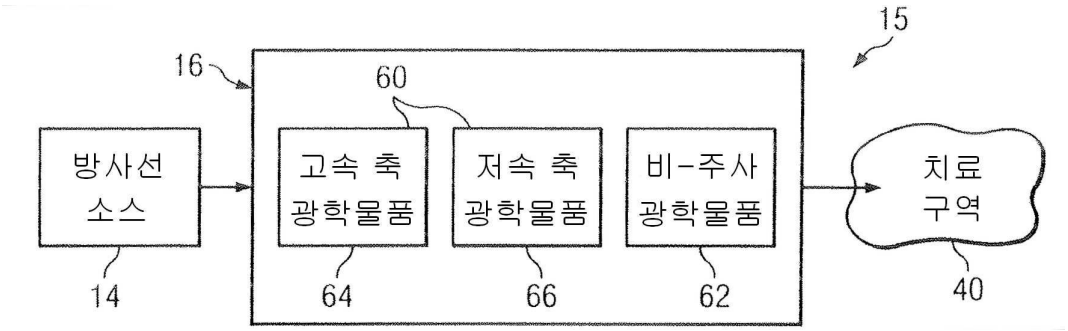
도면2


18
제어 시스템
제어 전자장치
프로세서(들)
146
144
30
메모리 디바이스(들)
148
논리/
알고리즘
128
방사선 소스 제어
130
주사 시스템 제어
132
변위-계 제어 시스템
133
사용성능 제어 시스템
사용자 인터페이스 제어
140
사용자 인터페이스
센서 제어
134
142
사용자 입력/
피드백 제어
136
온도 제어
138
배터리/전력 제어
139
모터/펄스 제어
52
롤러-계 센서
218
변위 센서(들)
200
글라이드 율 센서(들)
202
인코더 센서
203
피부 접촉 센서(들)
204
26
압력 센서(들)
206
온도 센서(들)
208
방사선 센서(들)
210
색소 샌서(들)
212
눈 안전 센서(들)
214
드웰 센서
216
사용자 인터페이스
디스플레이/
터치스크린
32
버튼/
스위치/
손잡이/등
220
28
스피커(들)
222

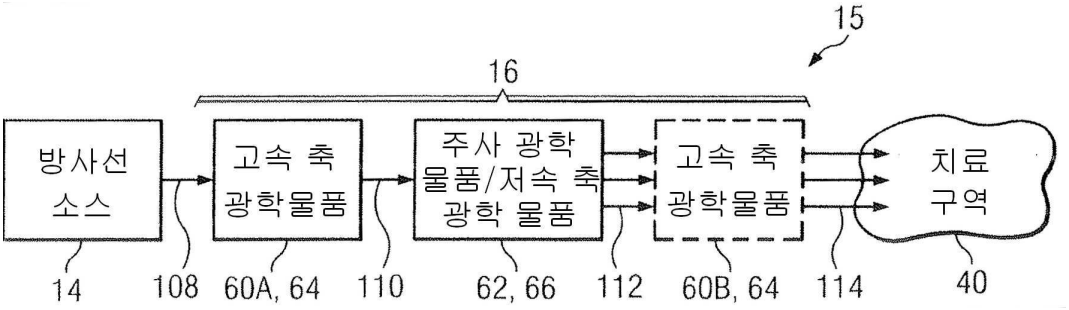
도면3a


15
16
방사선
소스
비-주사
광학물품
주사
광학물품
비-주사
광학물품
치료
구역
14
108
60A
110
62
112
60B
114
40

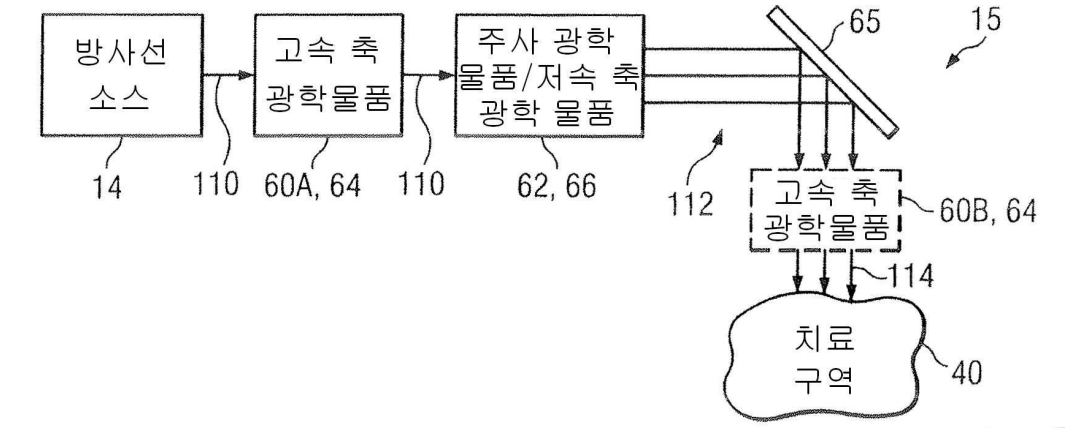
도면3b



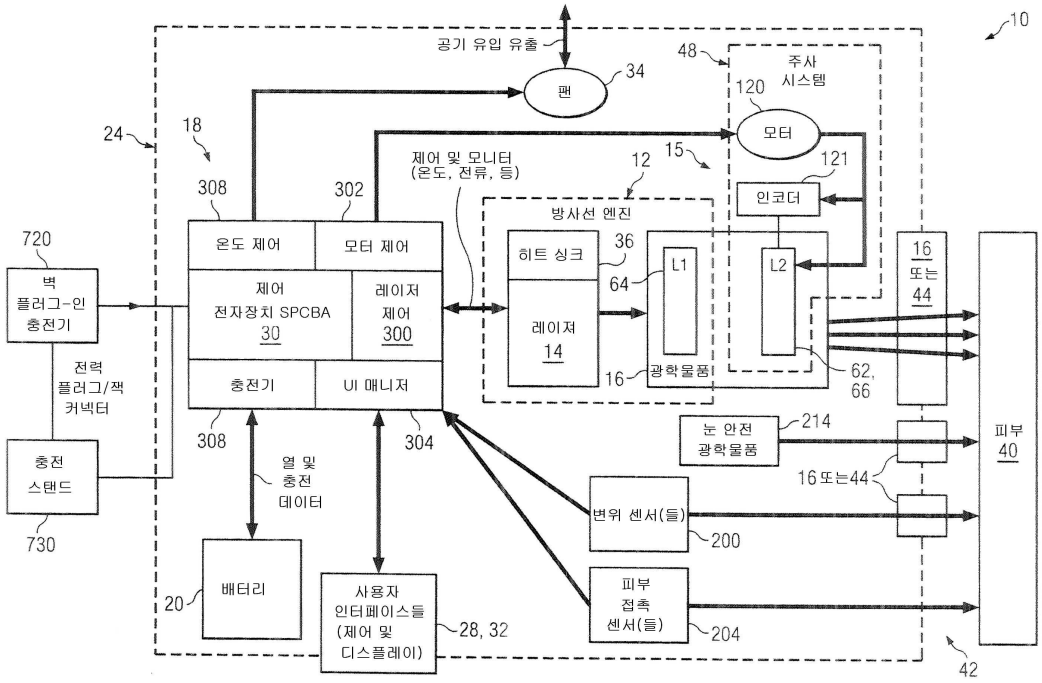
도면3c



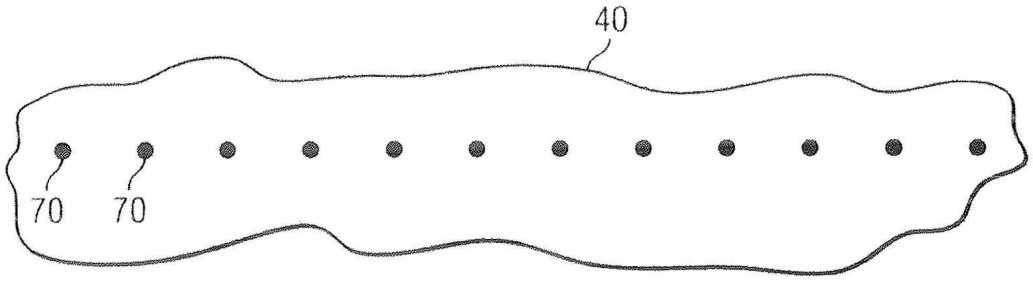
도면3d



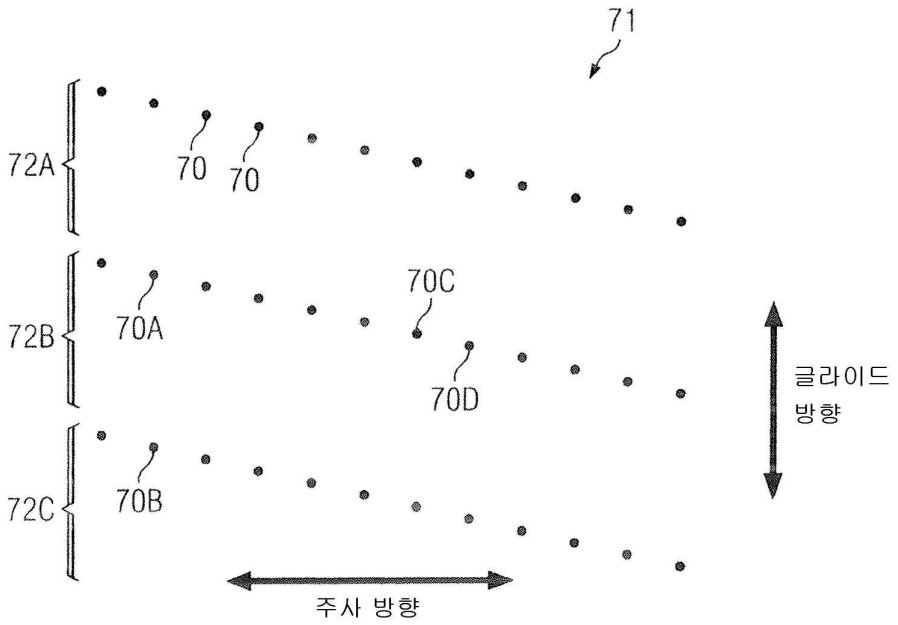
도면4


10
공기 유입 유출
48
주사 시스템
120
34
팬
모터
24
18
15
121
제어 및 모니터 (온도, 전류, 등)
12
인코더
308
302
방사선 엔진
720
온도 제어
모터 제어
히트 싱크
36
L1
L2
16 또는 44
벽 플러그-인 충전기
제어 전자장치 SPCBA 30
레이저 제어 300
64
레이저 14
16
광학물품
62, 66
전력 플러그/잭 커넥터
충전기
UI 매니저
214
눈 안전 광학물품
피부 40
308
304
16 또는 44
충전 스탠드
열 및 충전 데이터
변위 센서(들)
200
730
배터리
20
사용자 인터페이스들 (제어 및 디스플레이)
28, 32
피부 접촉 센서(들)
204
42

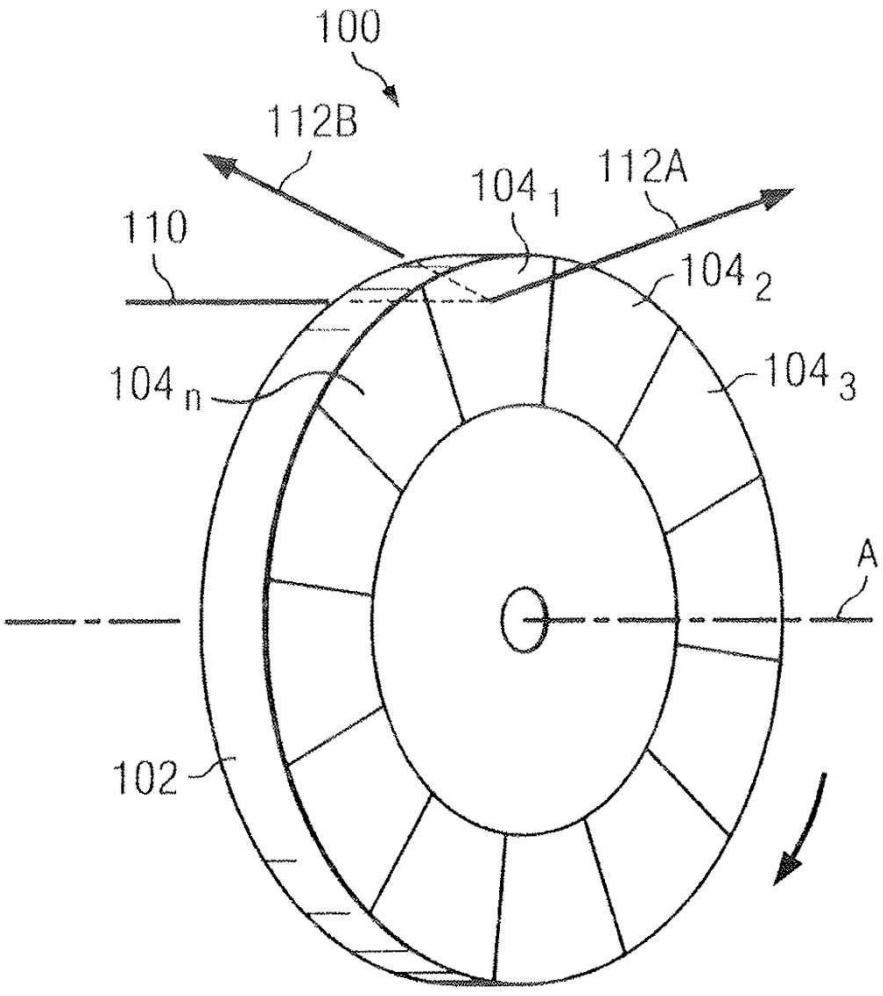
도면5a


40
70
70

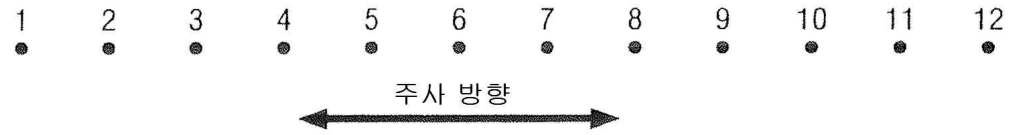
도면5b


71
72A
70
70
72B
70A
70C
70D
72C
70B
글라이드
방향
주사 방향

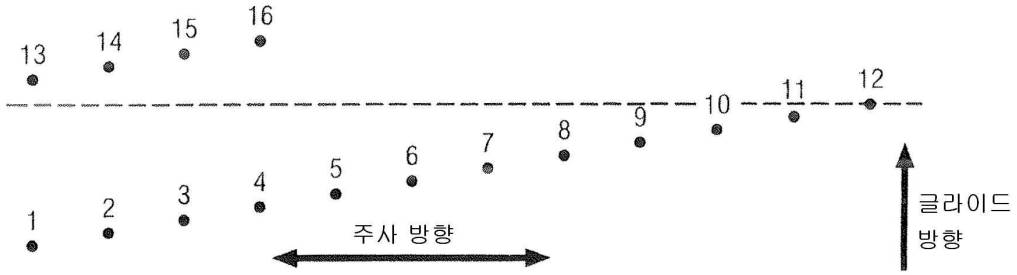
도면6a


100
112B
112A
104 1
110
104 2
104 n
104 3
A
102

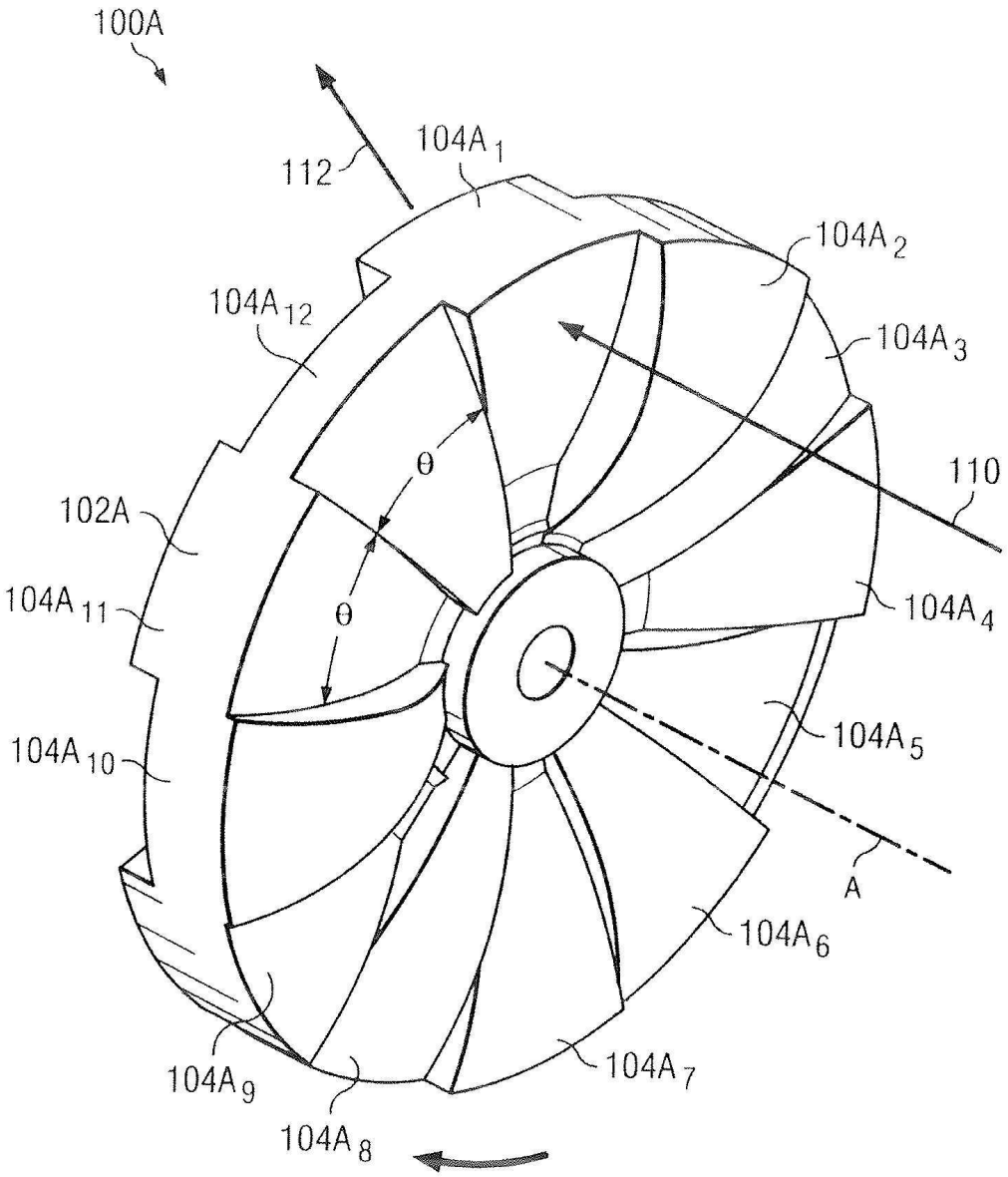
도면6b


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
주사 방향

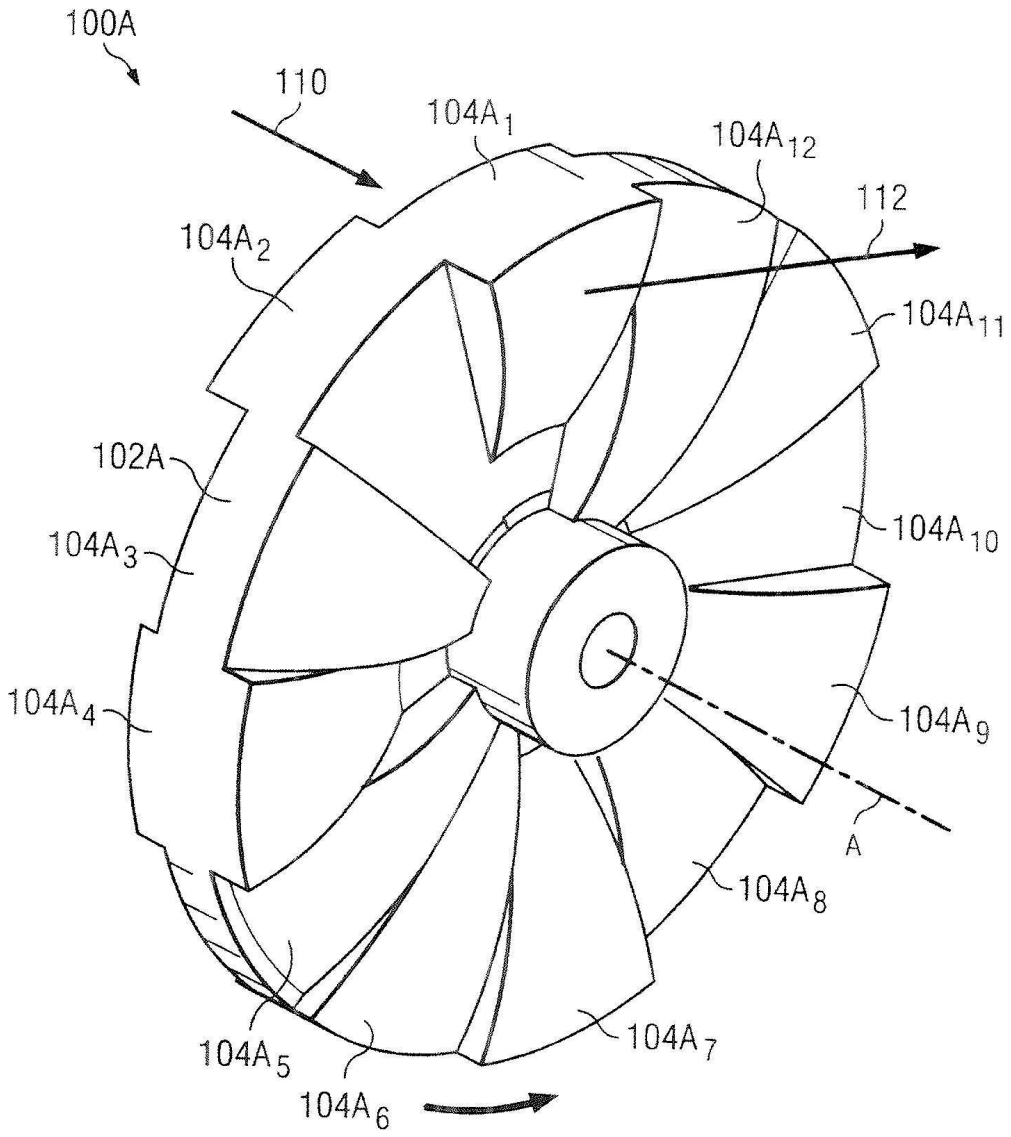
도면6c


13
14
15
16
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
주사 방향
글라이드
방향

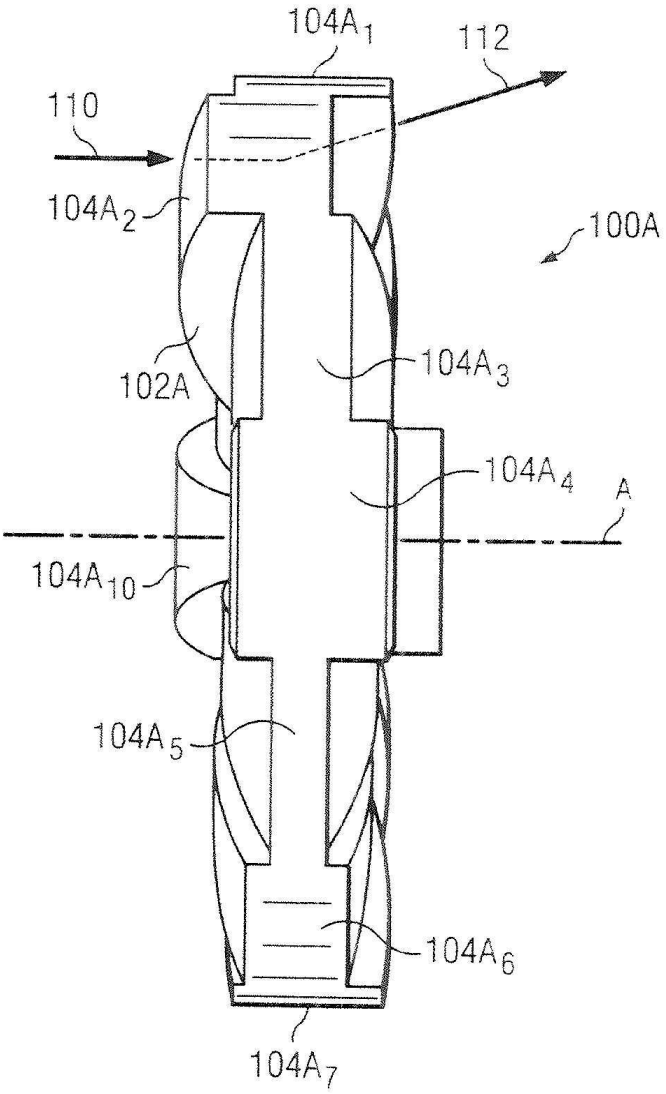
도면7a


100A
112
104A 1
104A 2
104A 12
104A 3
110
θ
102A
θ
104A 11
104A 4
104A 10
104A 5
A
104A 6
104A 9
104A 7
104A 8

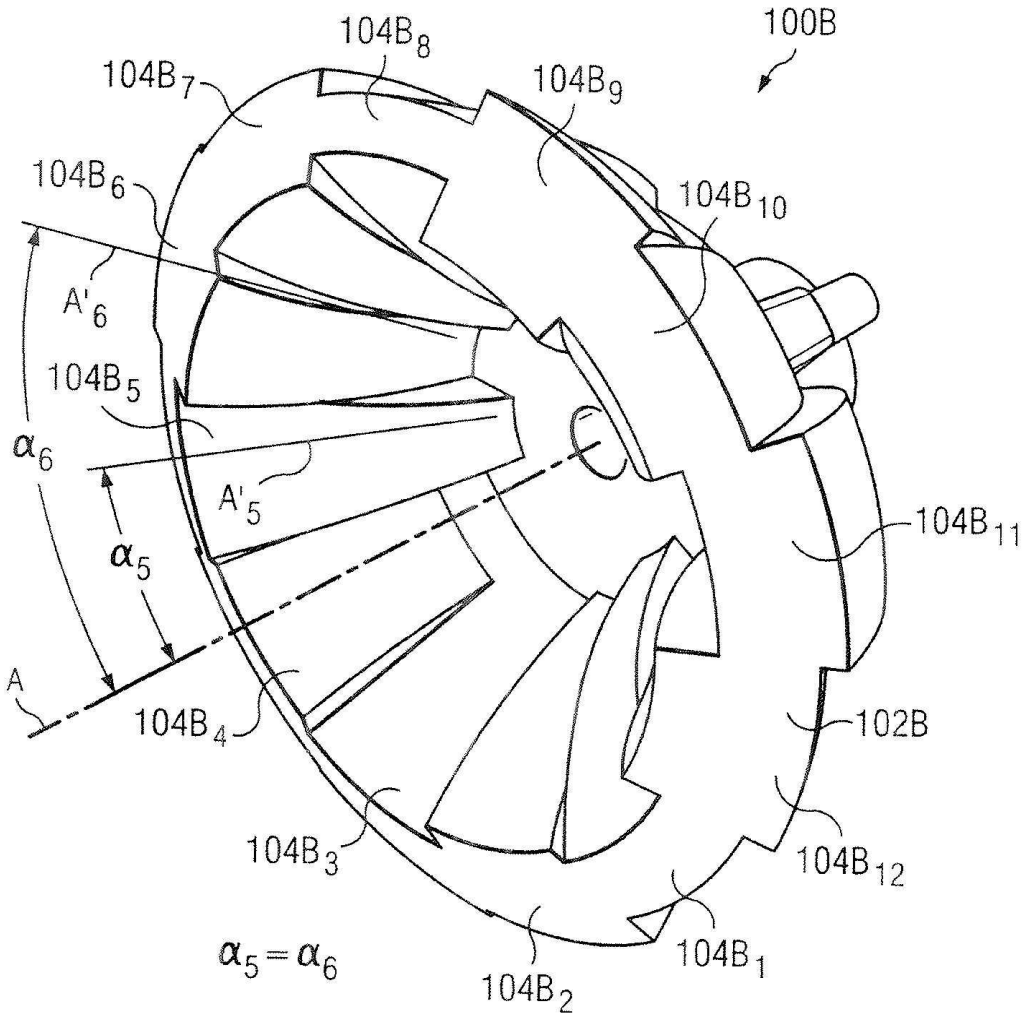
도면7b


100A
110
104A1
104A12
112
104A2
104A11
102A
104A3
104A10
104A4
104A9
A
104A8
104A5
104A7
104A6

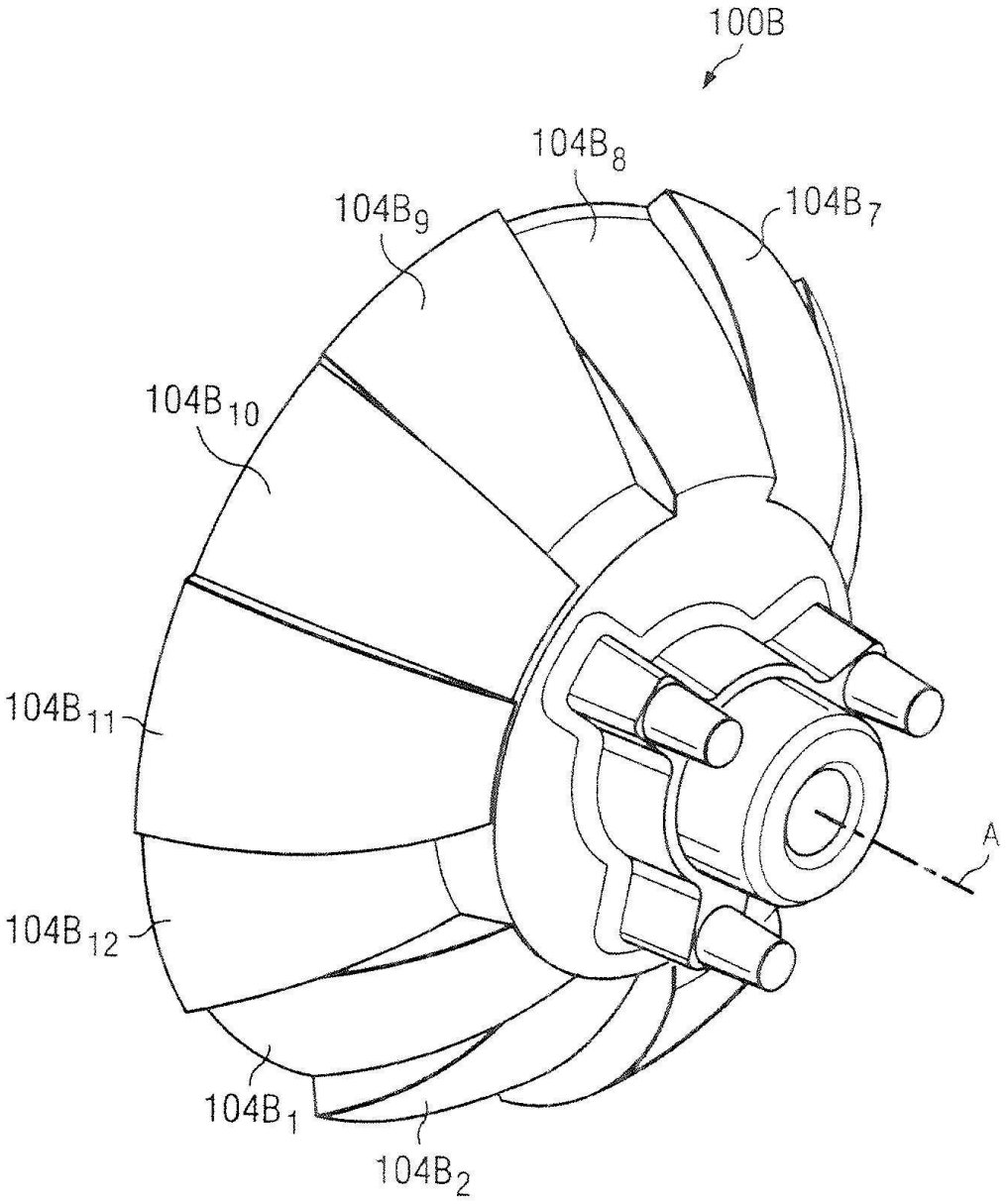
도면7c


104A1
112
110
104A2
100A
102A
104A3
104A4
A
104A10
104A5
104A6
104A7

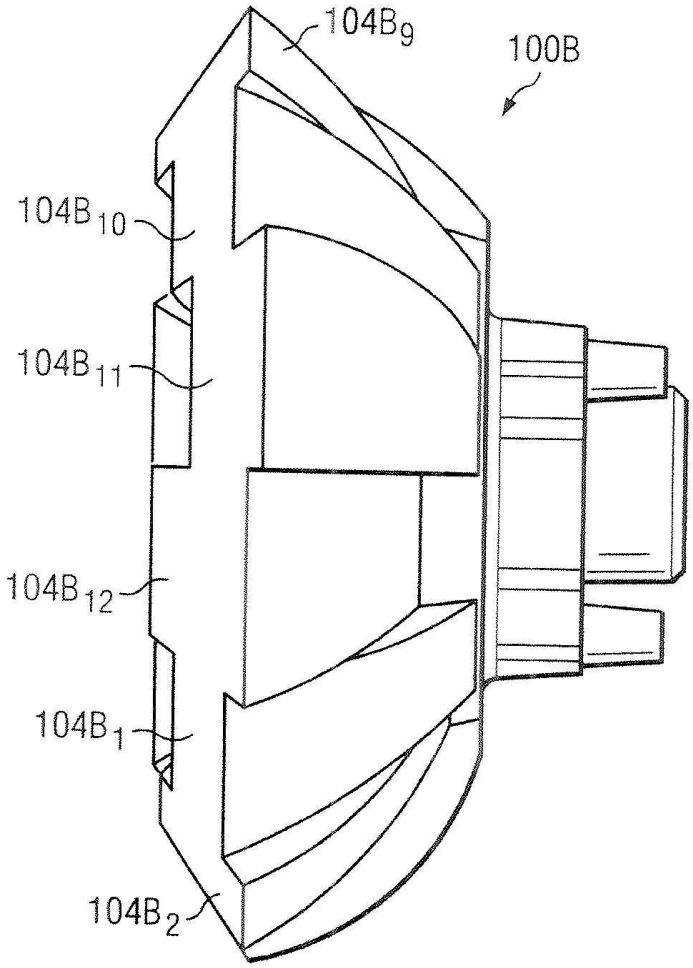
도면8a


100B
104B8
104B7
104B9
104B6
104B10
A'6
104B5
α6
A'5
104B11
α5
A
104B4
102B
104B3
104B12
α5=α6
104B2
104B1

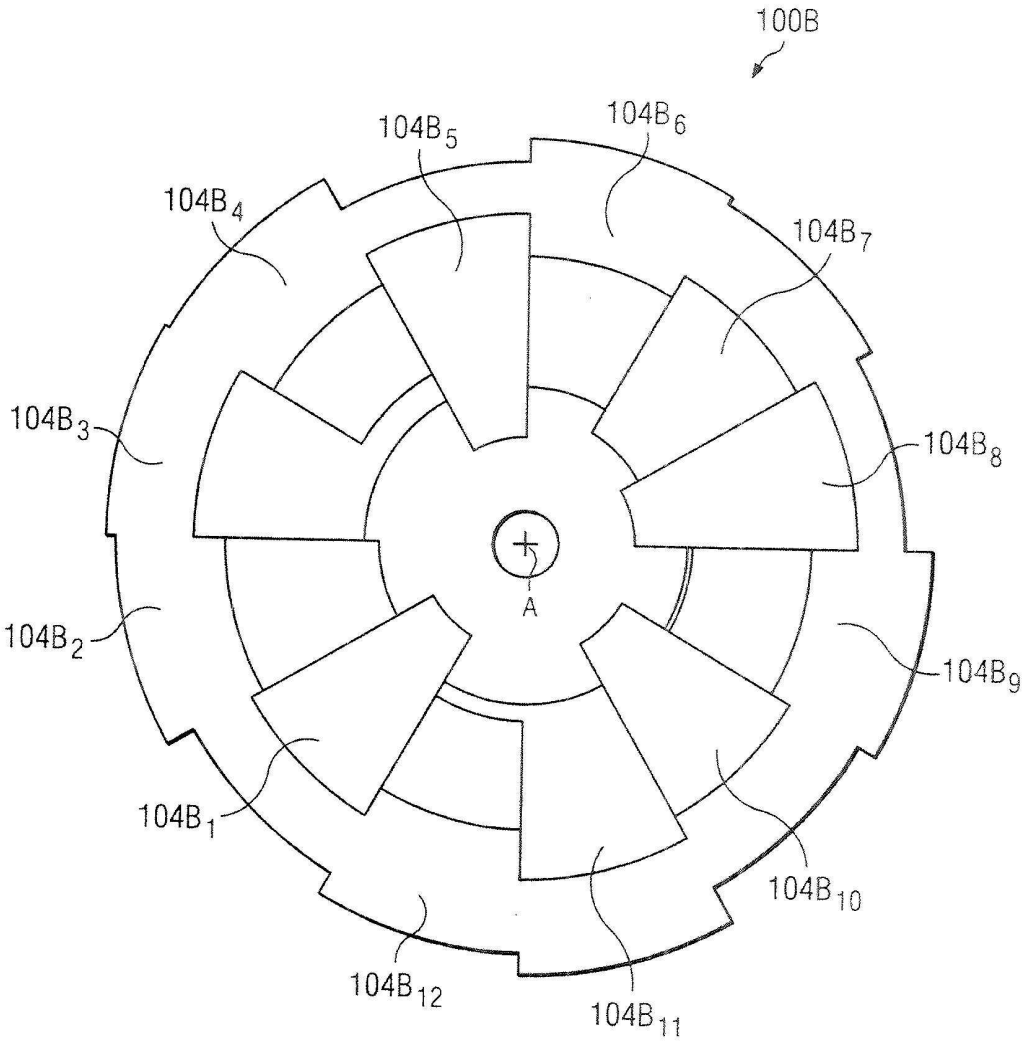
도면8b



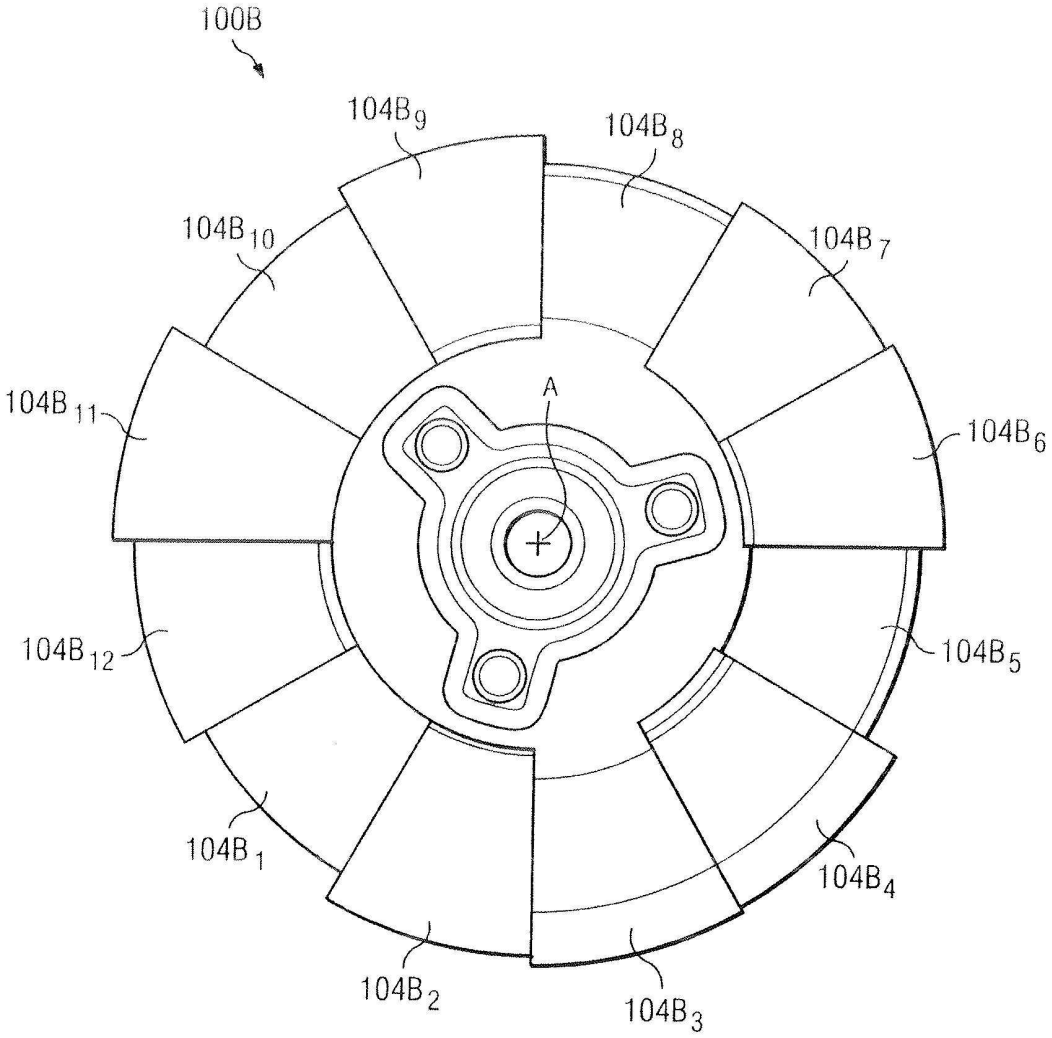
도면8c



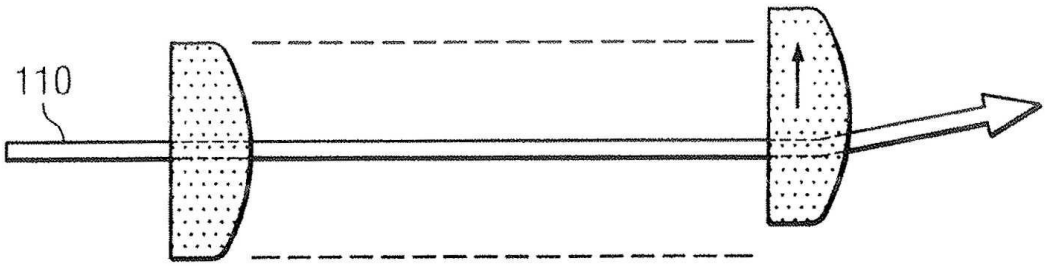
도면8d


100B
104B5
104B6
104B4
104B7
104B3
104B8
A
104B2
104B9
104B1
104B10
104B12
104B11

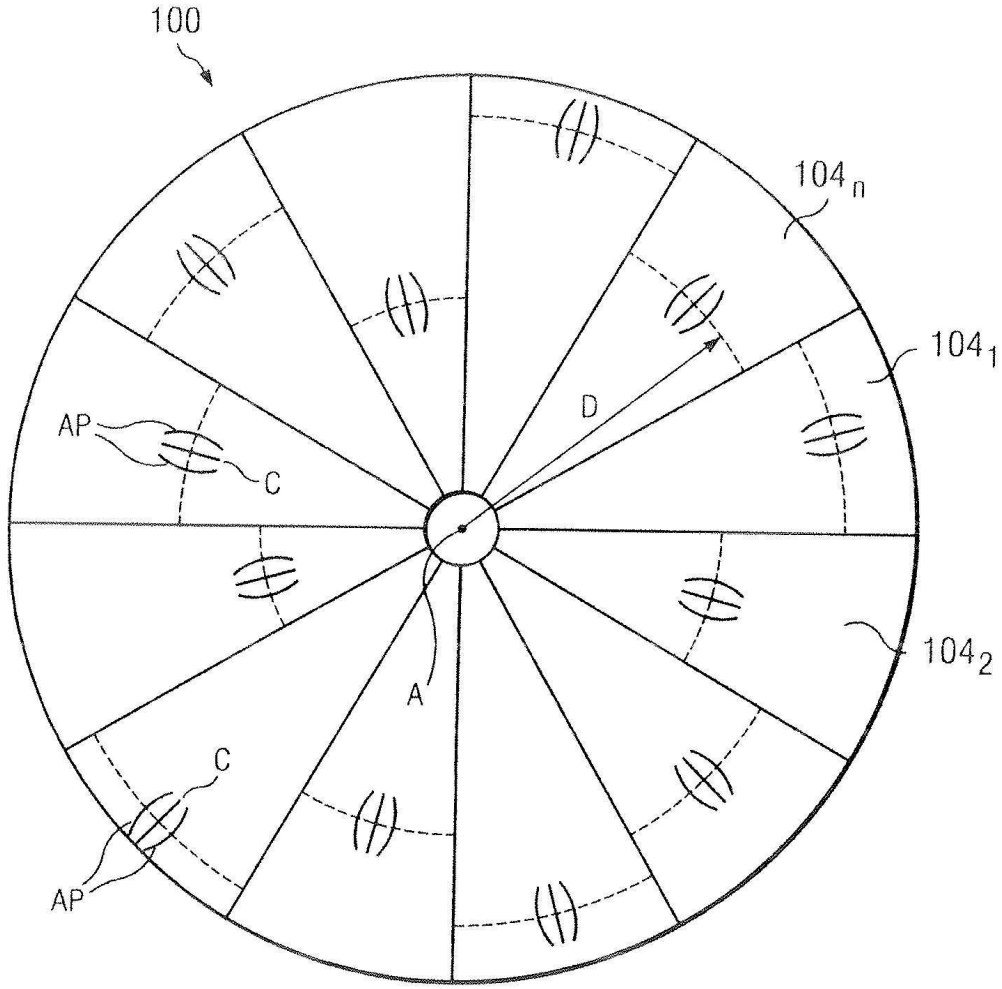
도면8e


100B
104B9
104B8
104B10
104B7
104B11
A
104B6
104B12
104B5
104B1
104B4
104B2
104B3

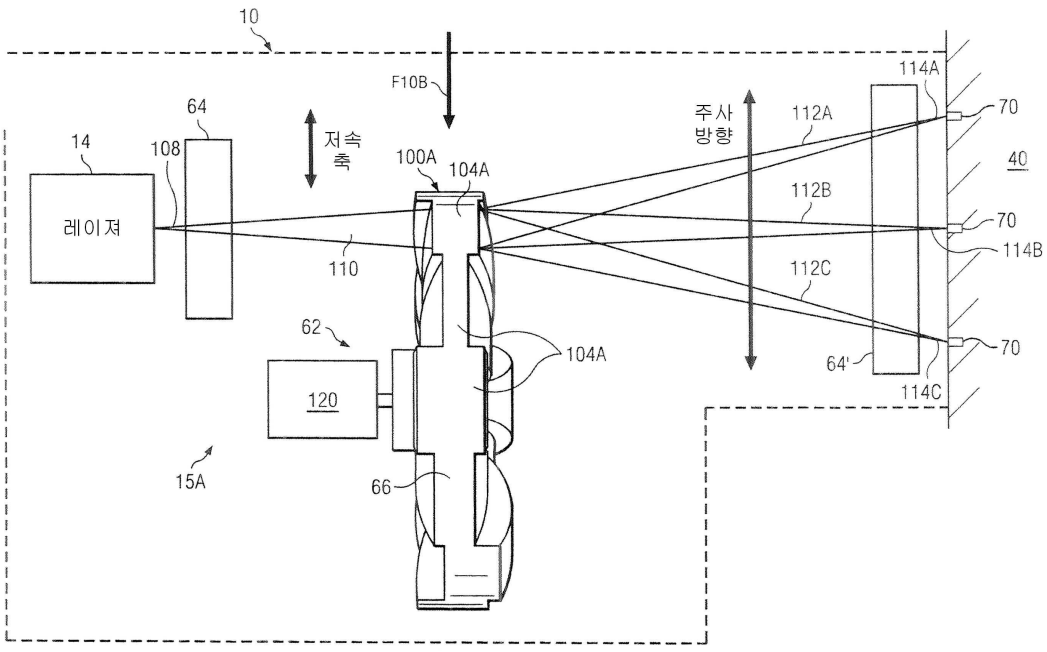
도면9a


110

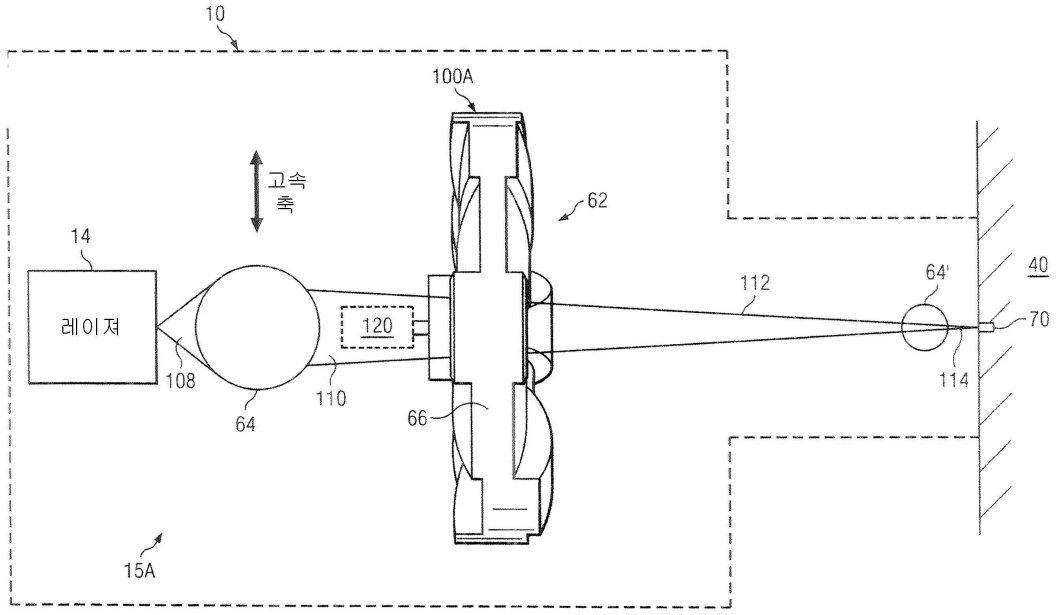
도면9b


100
104_n
104_1
104_2
AP
C
D
A
C
AP

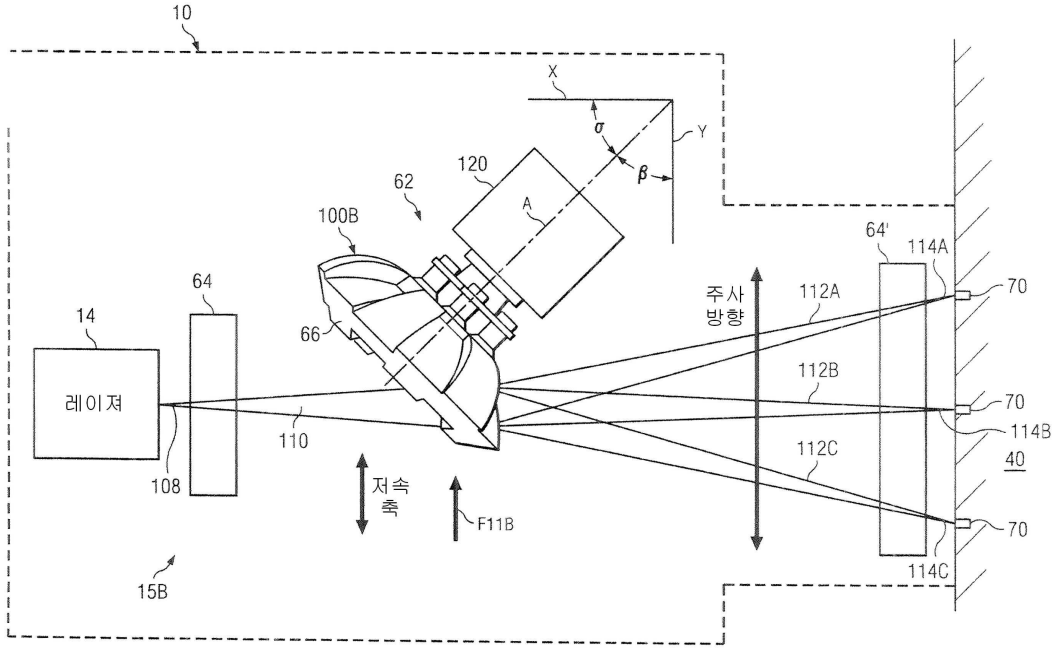
도면10a


10
F10B
64
14
108
레이저
저속 축
100A
104A
110
62
120
66
15A
104A
주사 방향
112A
112B
112C
114A
70
40
70
114B
70
64'
114C

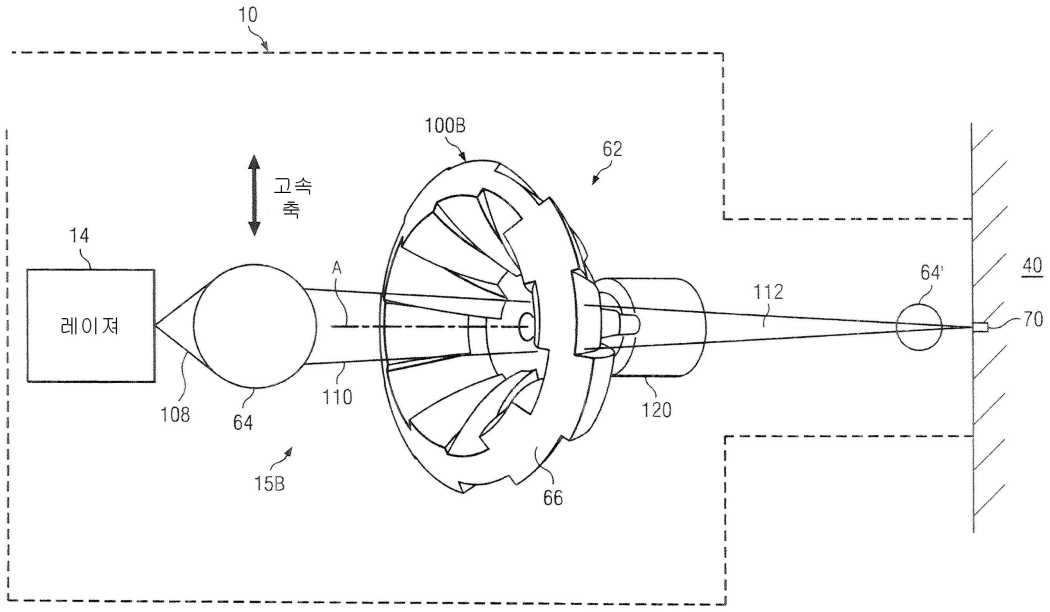
도면10b


10
100A
고속
축
62
14
레이저
120
112
64'
40
70
108
110
64
66
114
15A

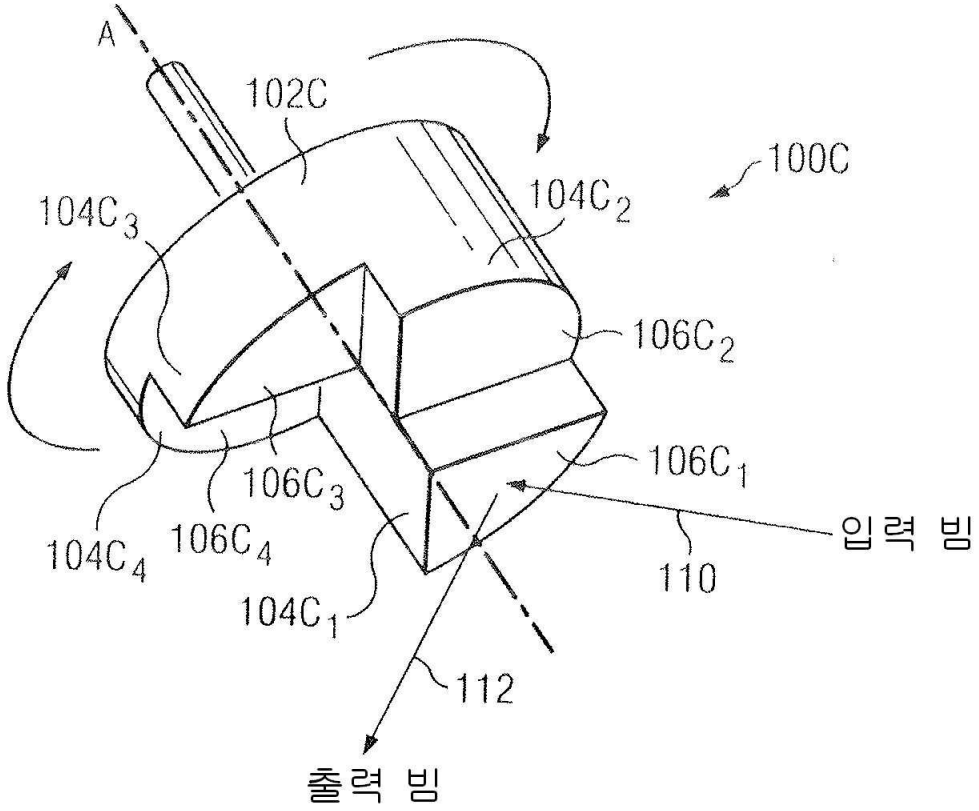
도면11a


10
X
σ
Y
β
120
62
A
100B
64'
114A
64
주사
방향
112A
70
14
66
112B
레이저
70
110
114B
112C
40
108
저속
축
F11B
70
15B
114C

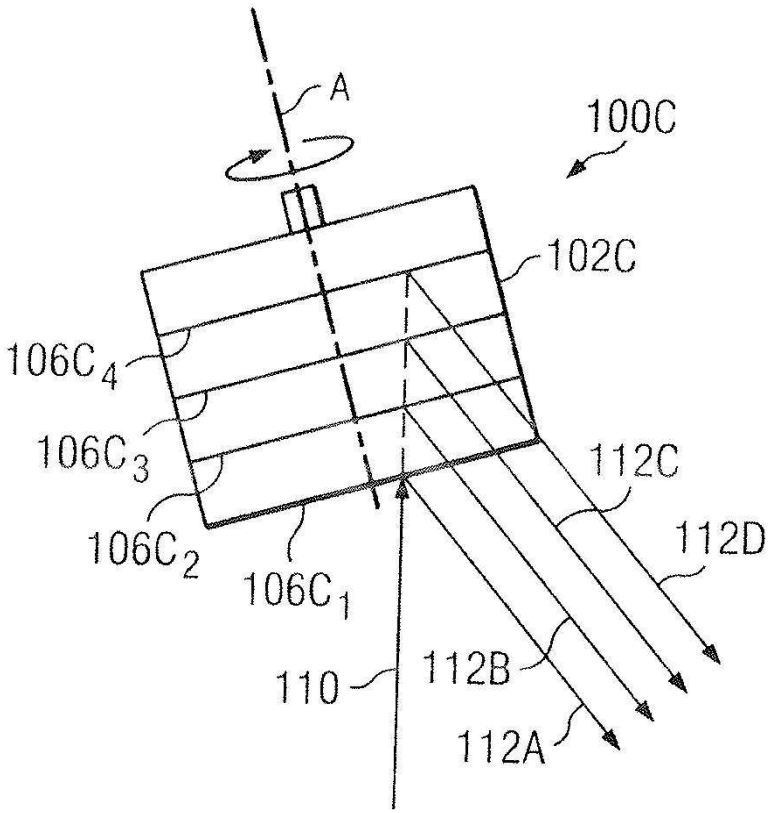
도면11b


10
100B
62
고속
축
14
레이저
A
112
64'
40
70
108
64
110
120
15B
66

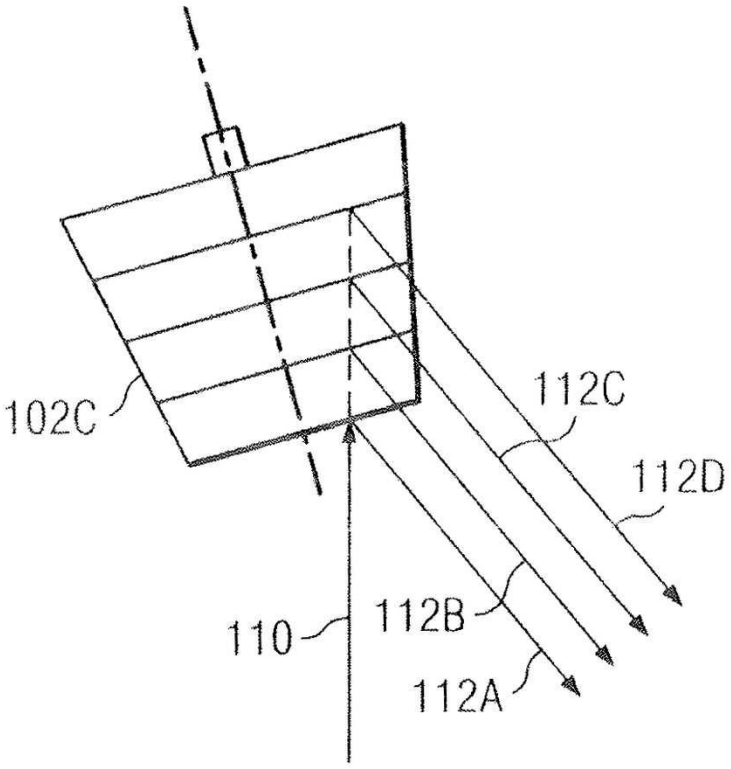
도면12


A
102C
100C
104C3
104C2
106C2
106C1
106C3
104C4
106C4
104C1
입력 빔
110
112
출력 빔

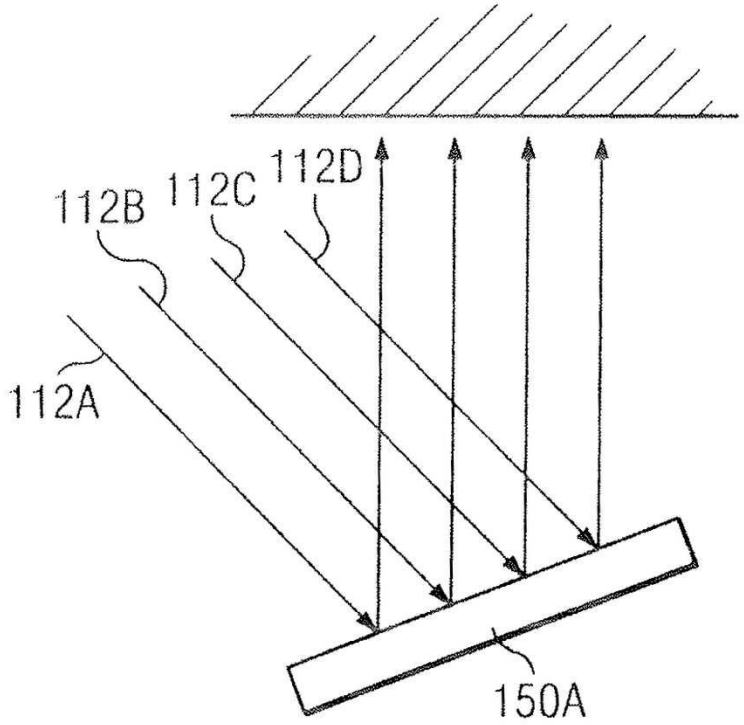
도면13


A
100C
102C
106C4
106C3
106C2
106C1
112C
112D
110
112B
112A

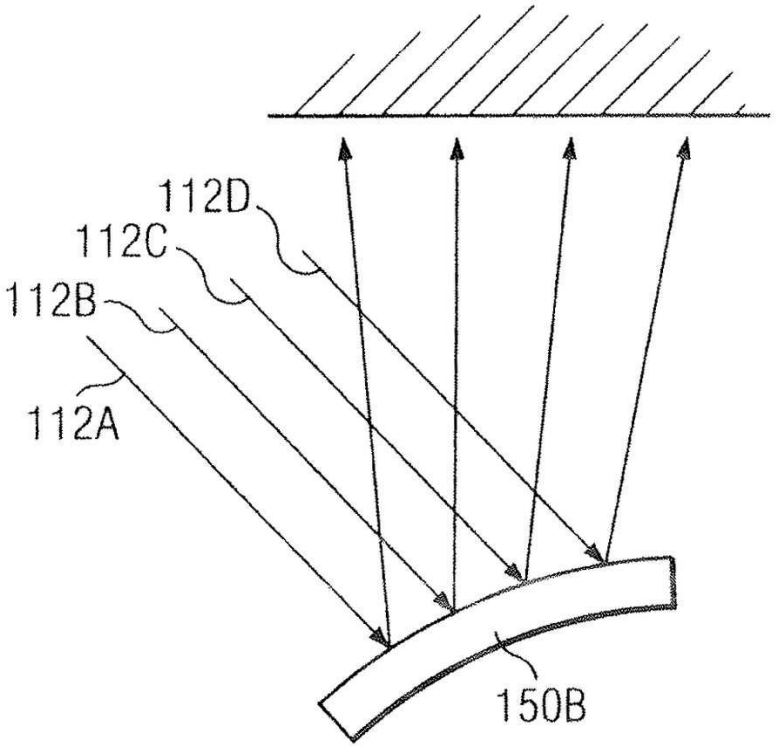
도면14


102C
112C
112D
110
112B
112A

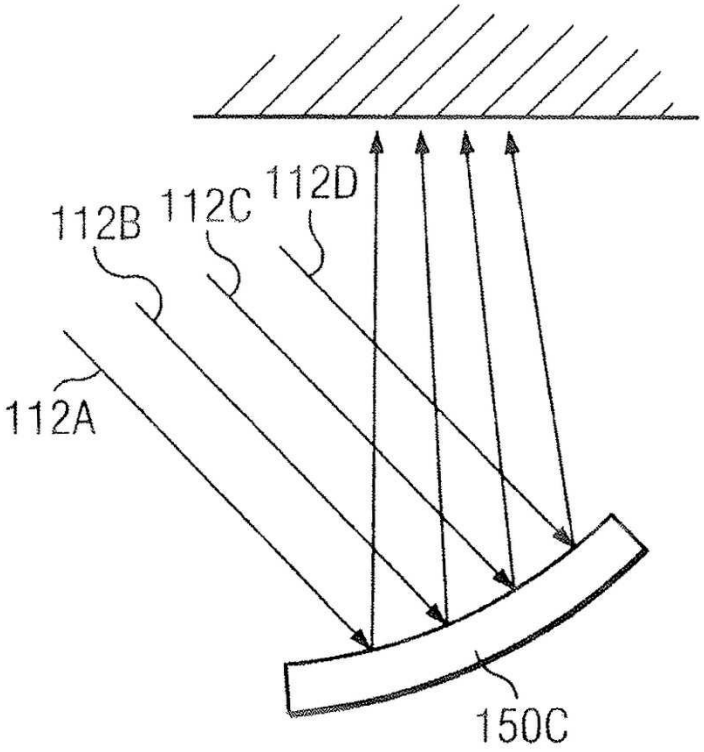
도면15a



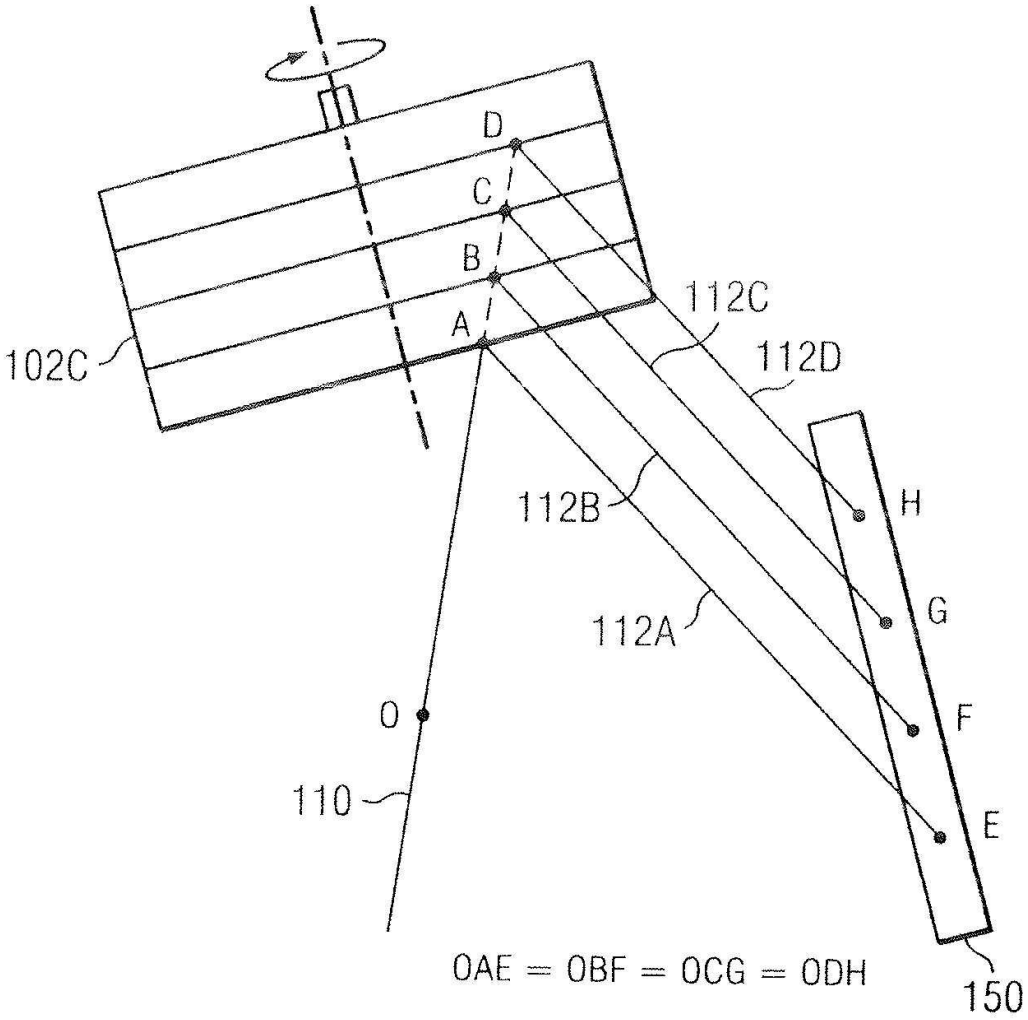
도면15b



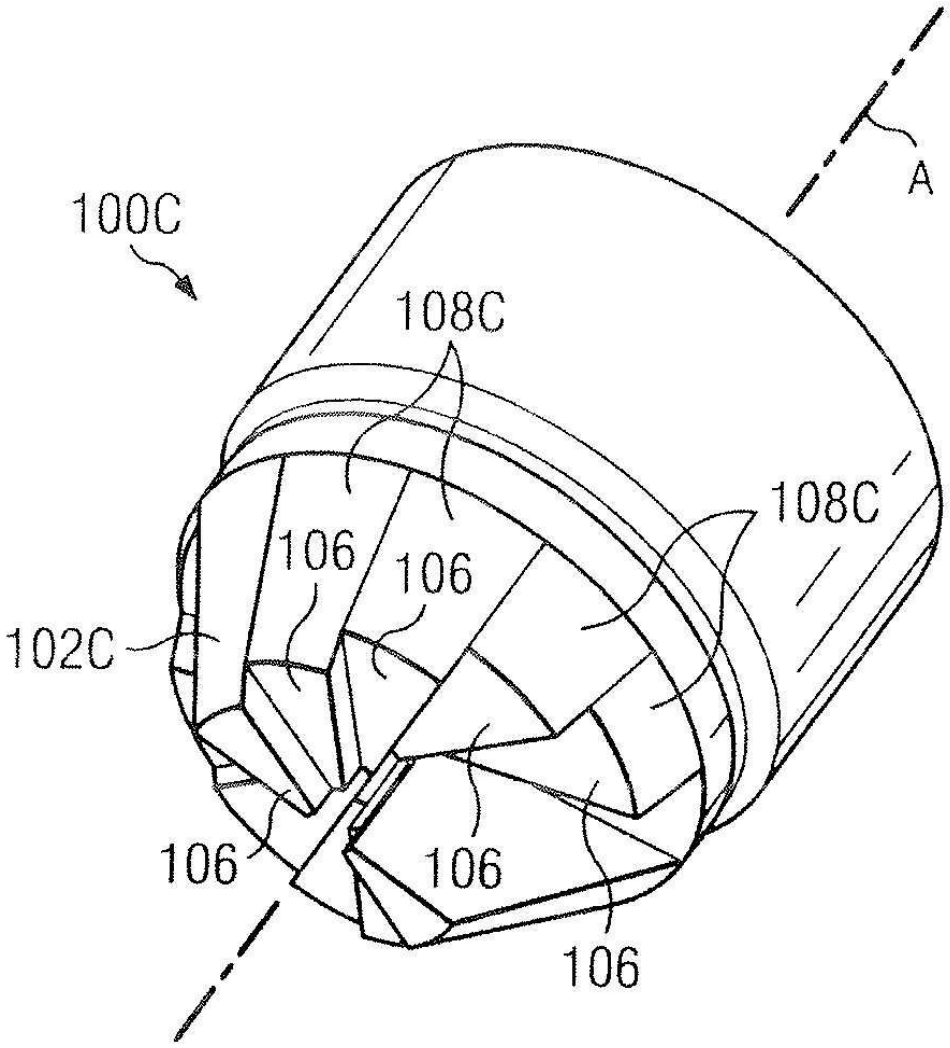
도면15c



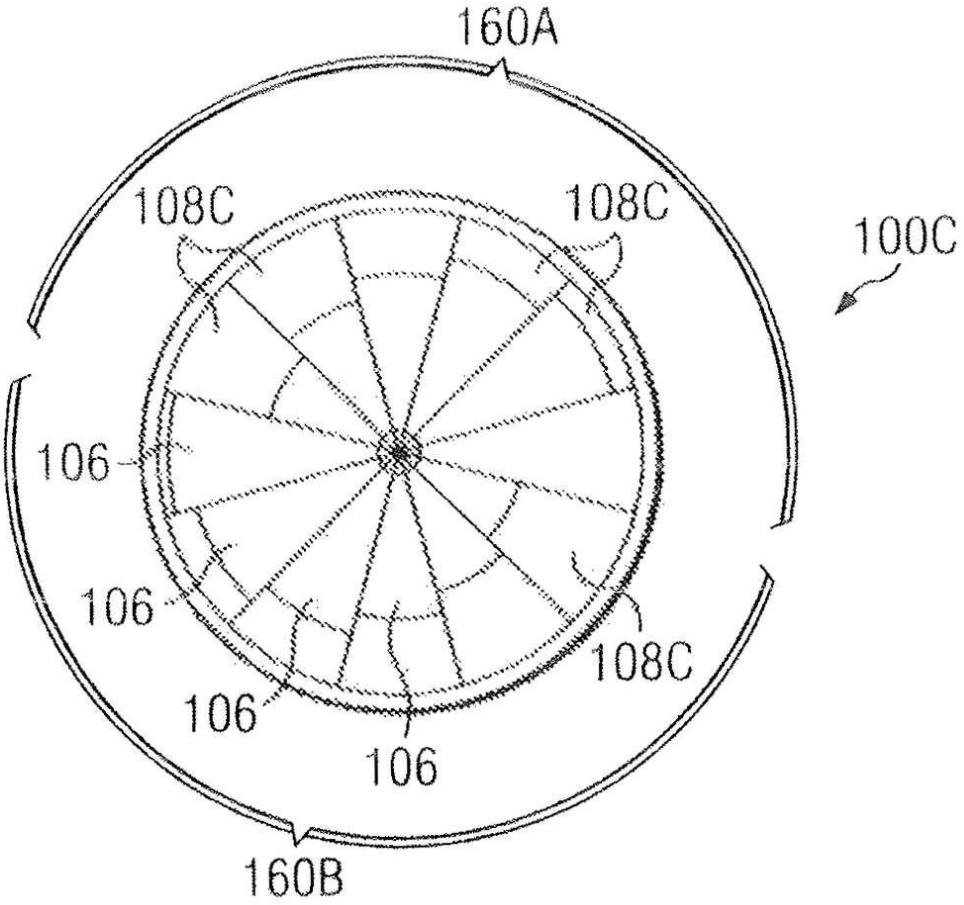
도면16



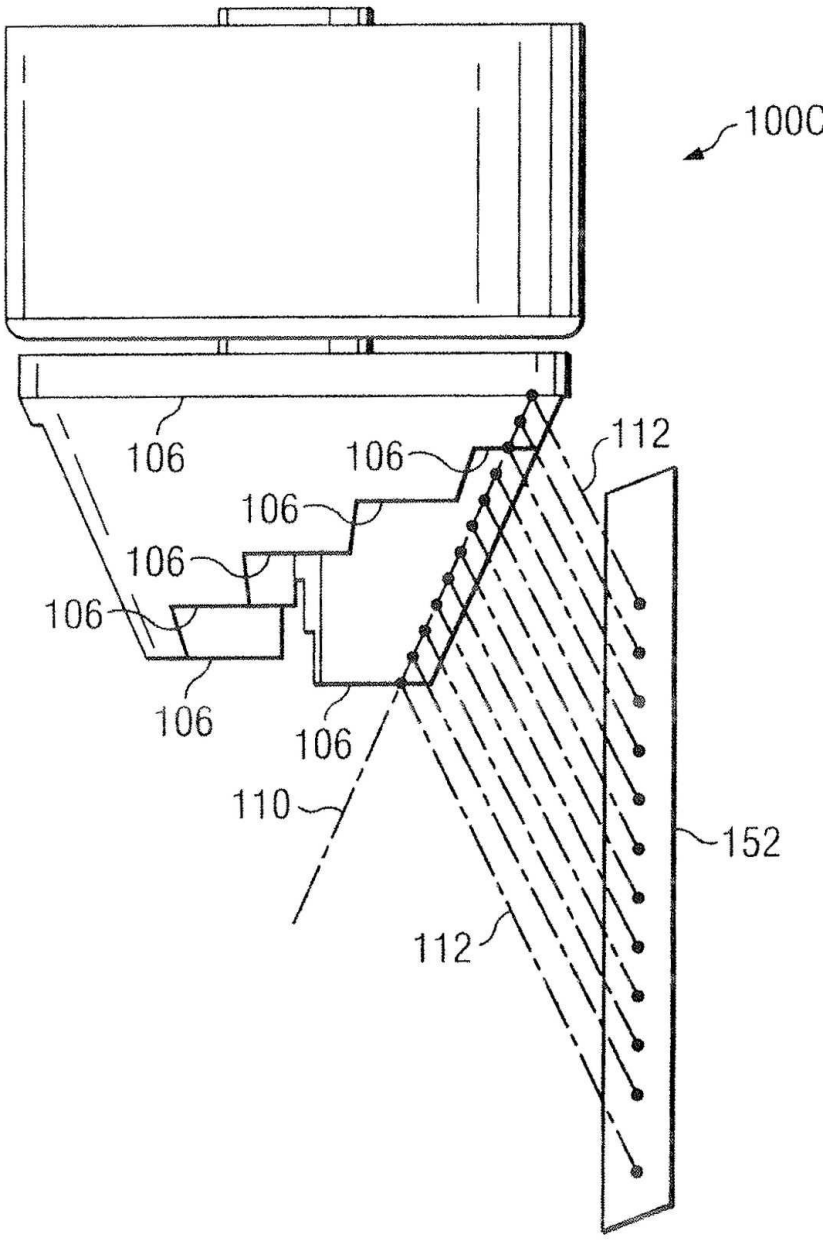
도면17a



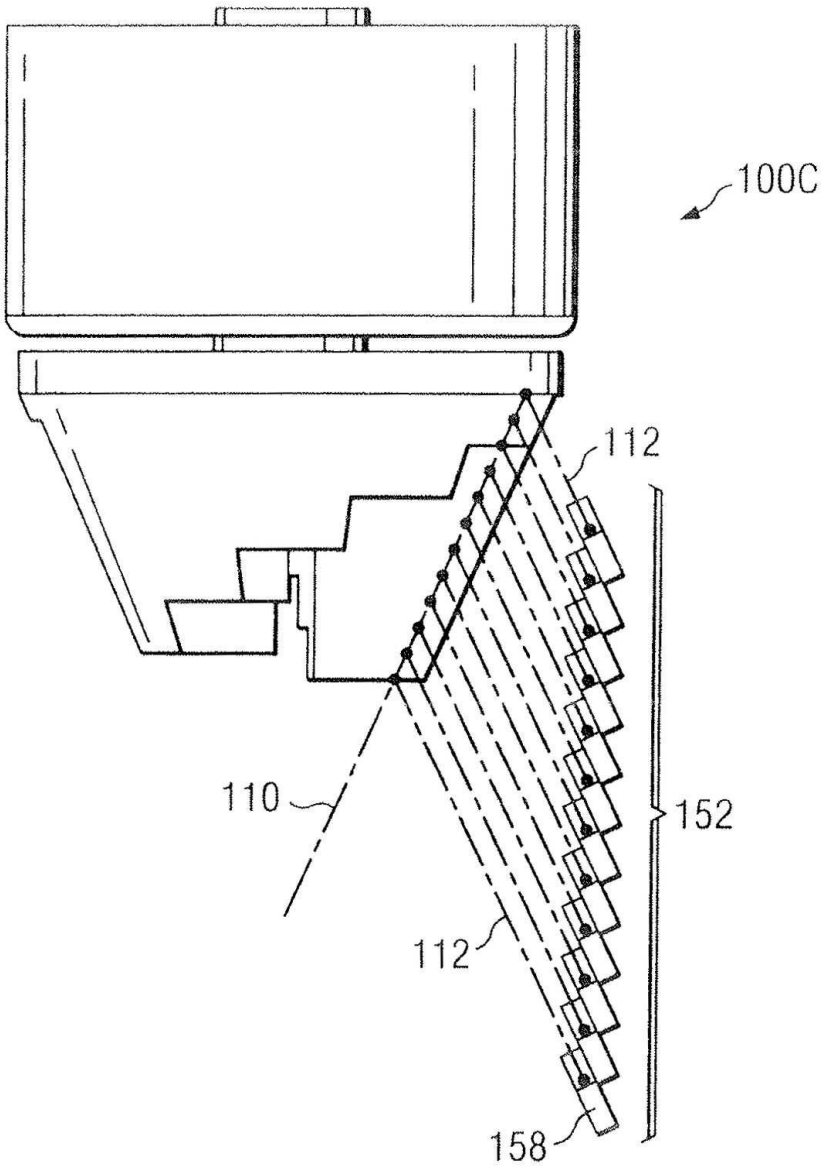
도면17b



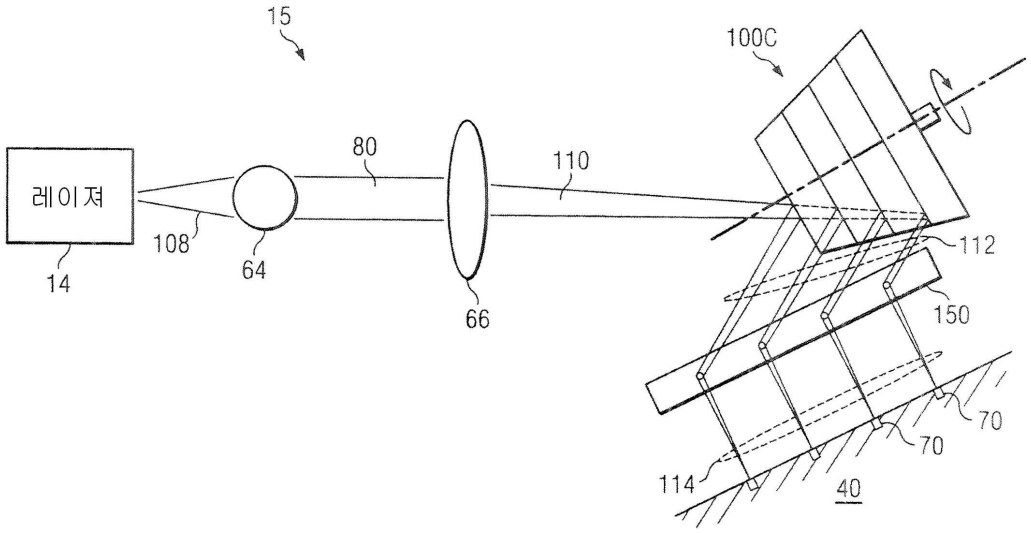
도면18a



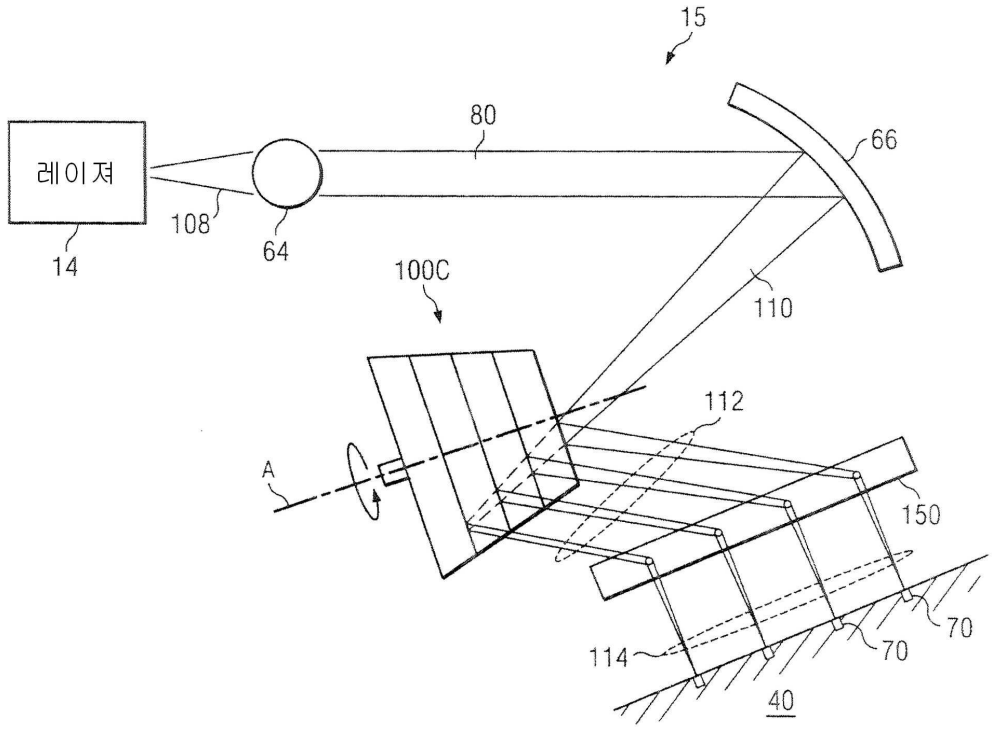
도면18b



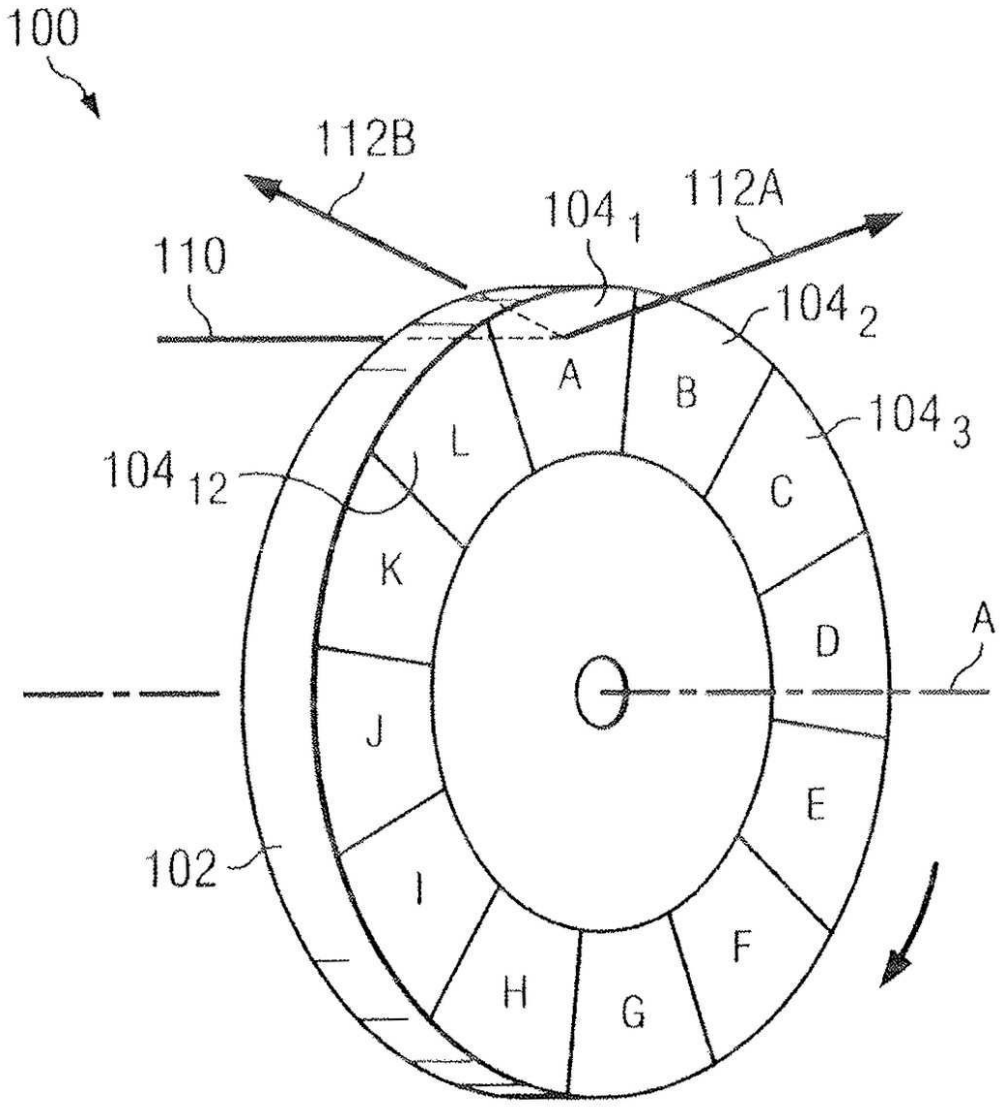
도면19


15
100C
80
110
레이저
108
64
14
66
112
150
70
70
114
40

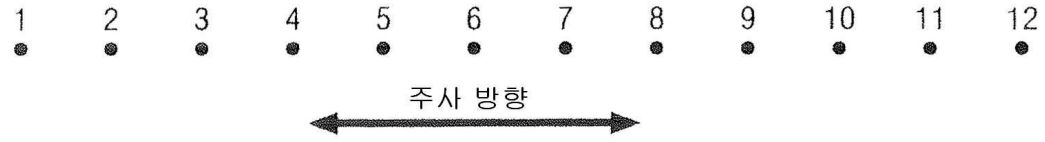
도면20


15
80
66
레이저
108
64
14
100C
110
112
A
150
70
70
114
40

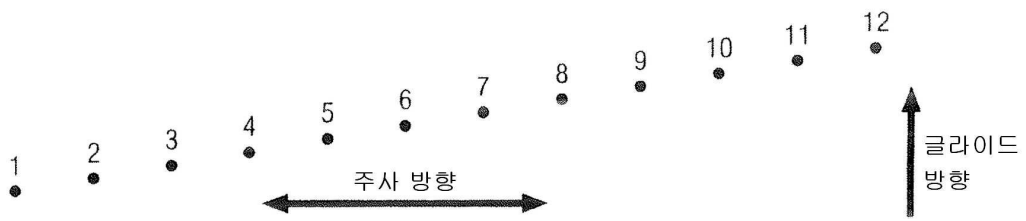
도면21a



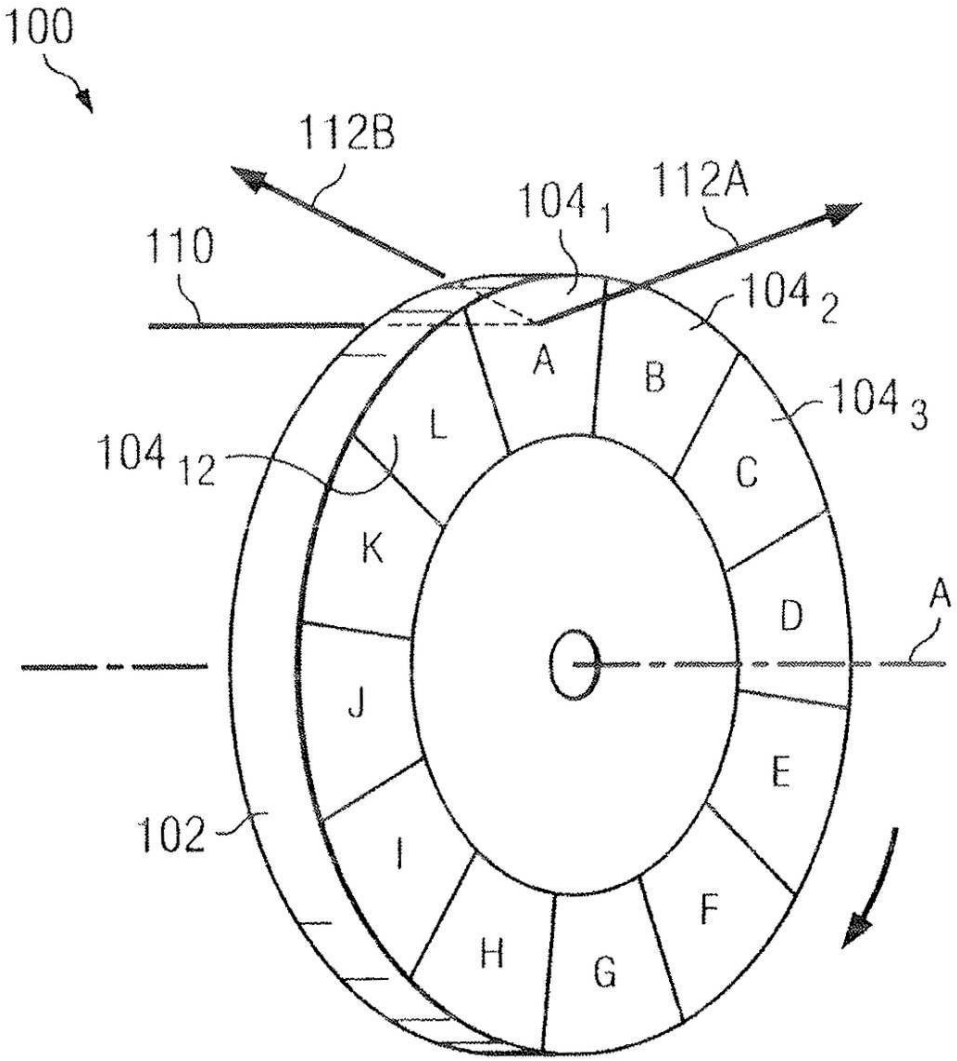
도면21b



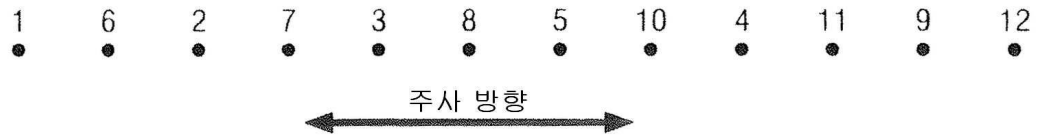
도면21c



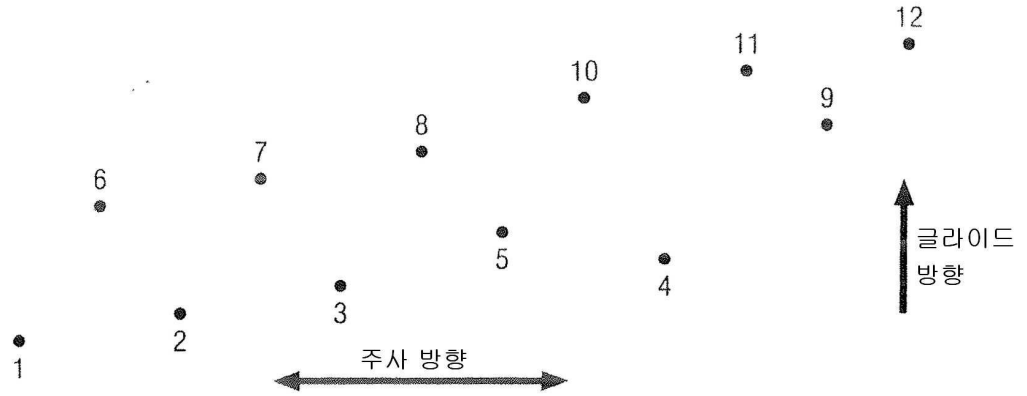
도면22a


100
112B
112A
104_1
110
104_2
104_3
104_{12}
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
A
102

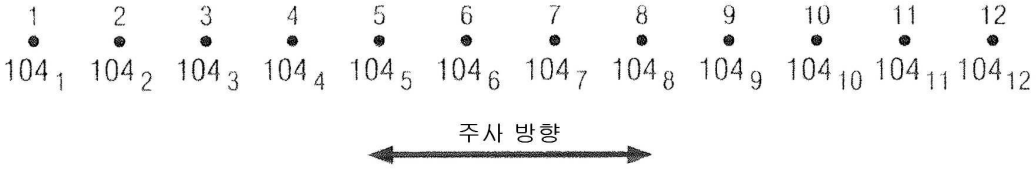
도면22b


1
6
2
7
3
8
5
10
4
11
9
12
주사 방향

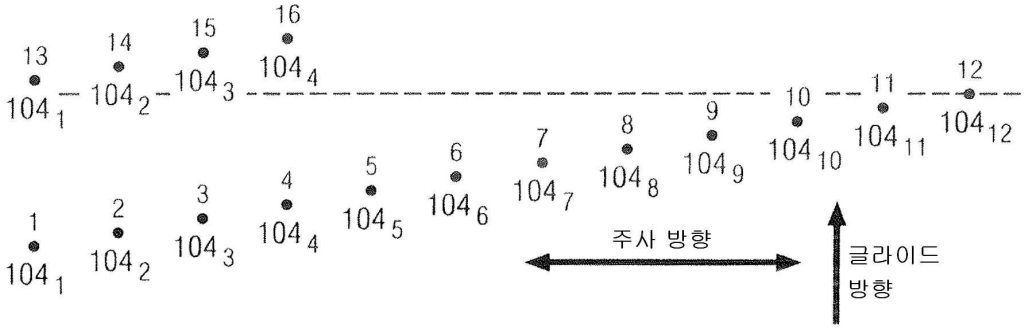
도면22c



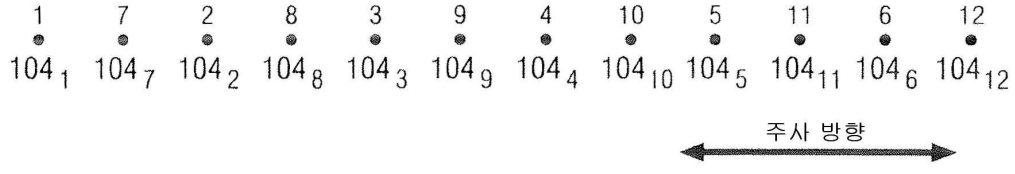
도면23a



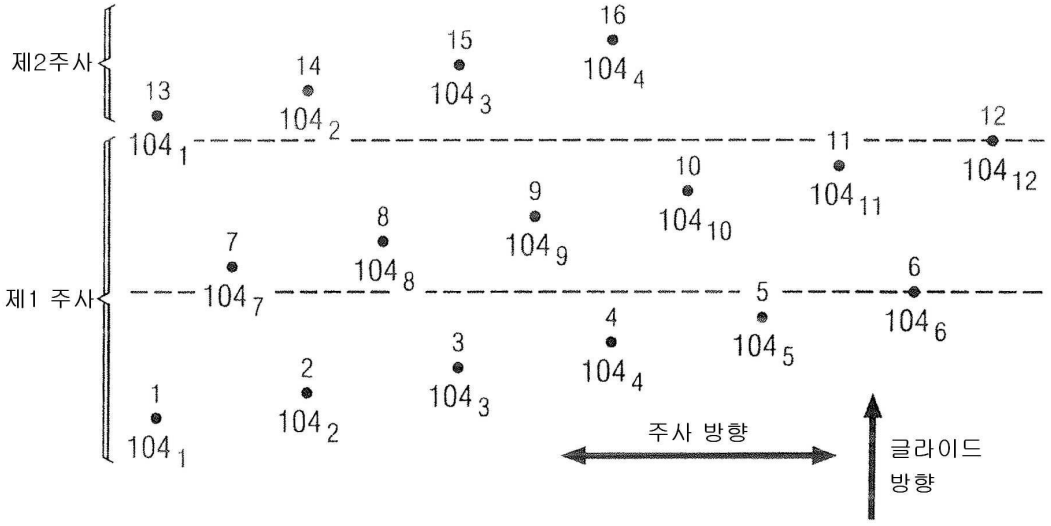
도면23b



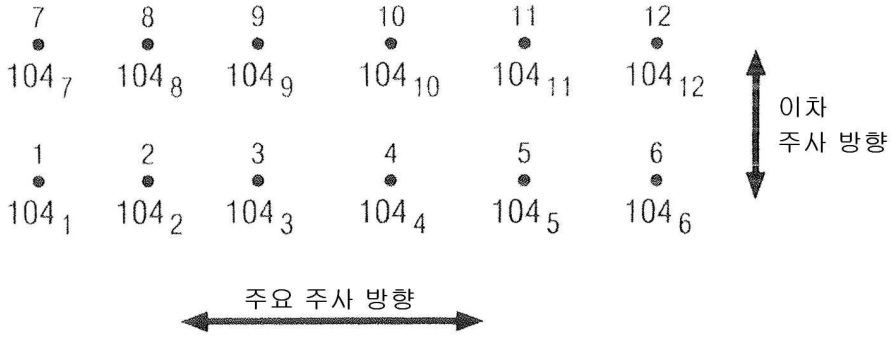
도면24a



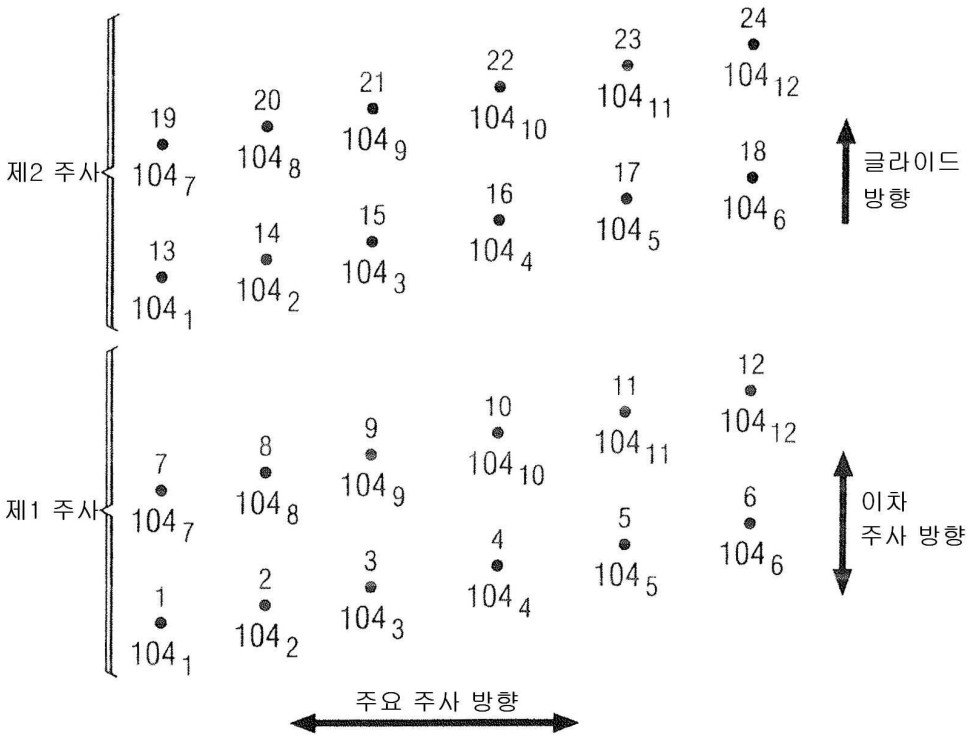
도면24b


제2주사
제1 주사
13
104 1
14
104 2
15
104 3
16
104 4
12
104 12
11
104 11
10
104 10
9
104 9
8
104 8
7
104 7
6
104 6
5
104 5
4
104 4
3
104 3
2
104 2
1
104 1
주사 방향
글라이드
방향

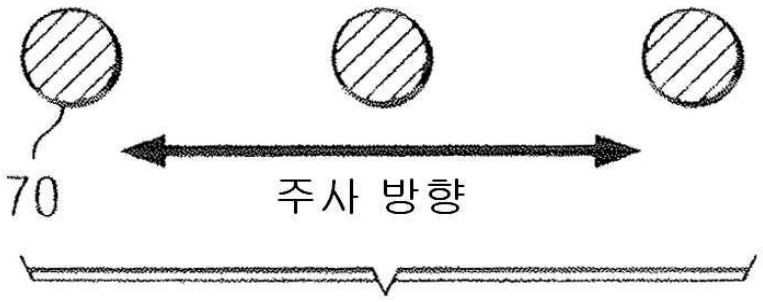
도면25a


7
104 7
8
104 8
9
104 9
10
104 10
11
104 11
12
104 12
1
104 1
2
104 2
3
104 3
4
104 4
5
104 5
6
104 6
이차
주사 방향
주요 주사 방향

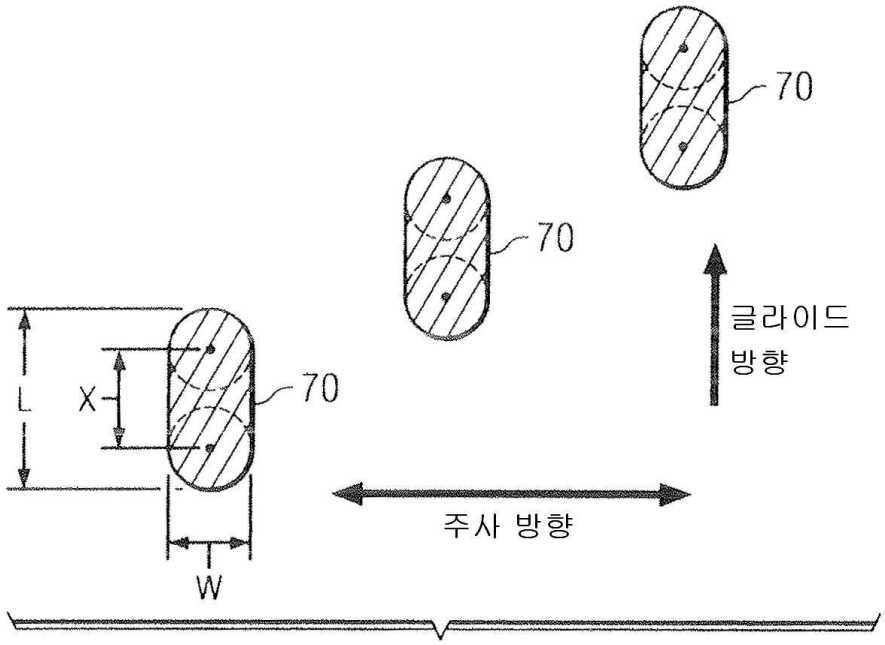
도면25b


제2 주사
19
104 7
20
104 8
21
104 9
22
104 10
23
104 11
24
104 12
13
104 1
14
104 2
15
104 3
16
104 4
17
104 5
18
104 6
글라이드
방향
제1 주사
7
104 7
8
104 8
9
104 9
10
104 10
11
104 11
12
104 12
1
104 1
2
104 2
3
104 3
4
104 4
5
104 5
6
104 6
이차
주사 방향
주요 주사 방향

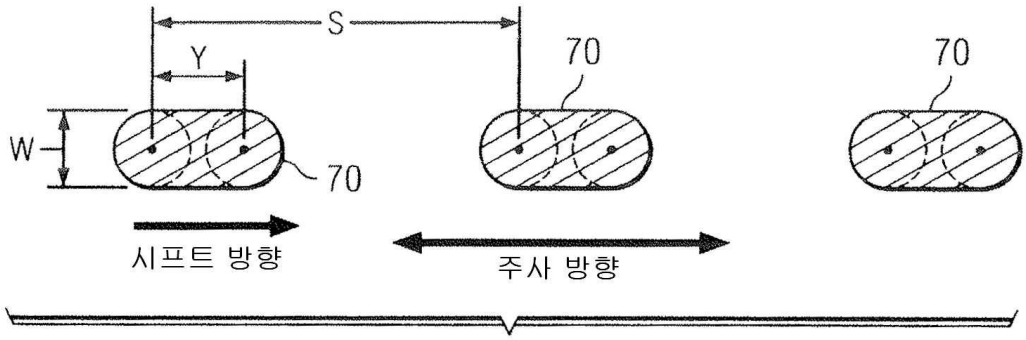
도면26a


70
주사 방향

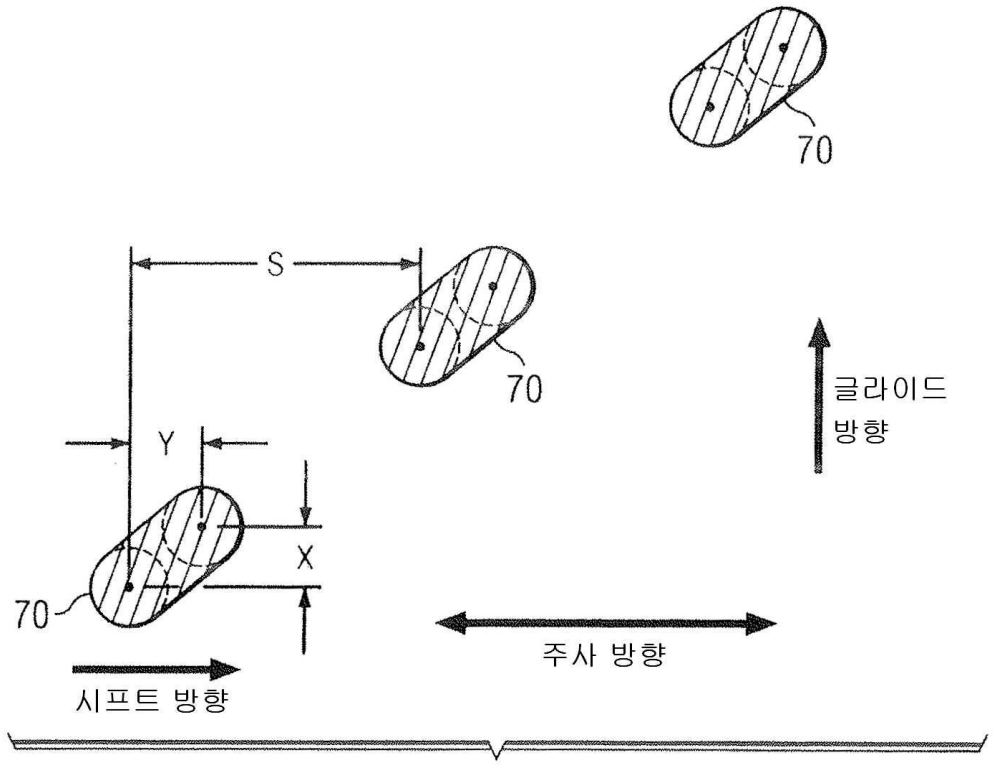
도면26b



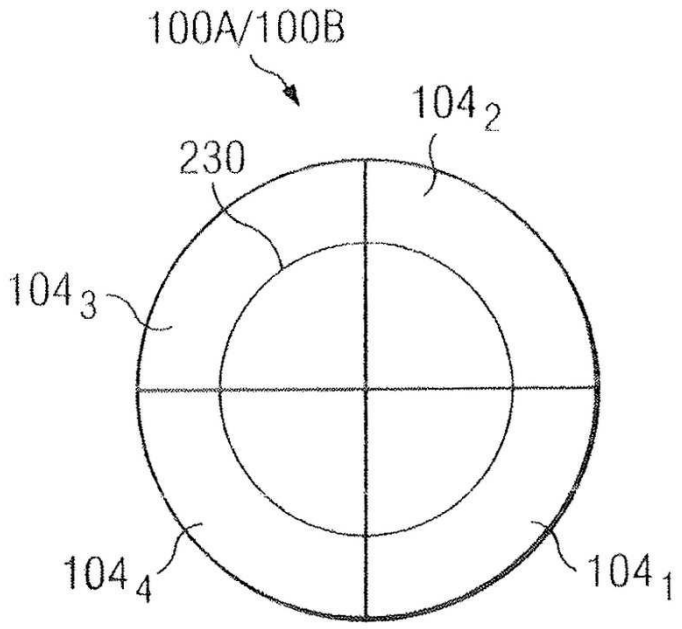
도면27a



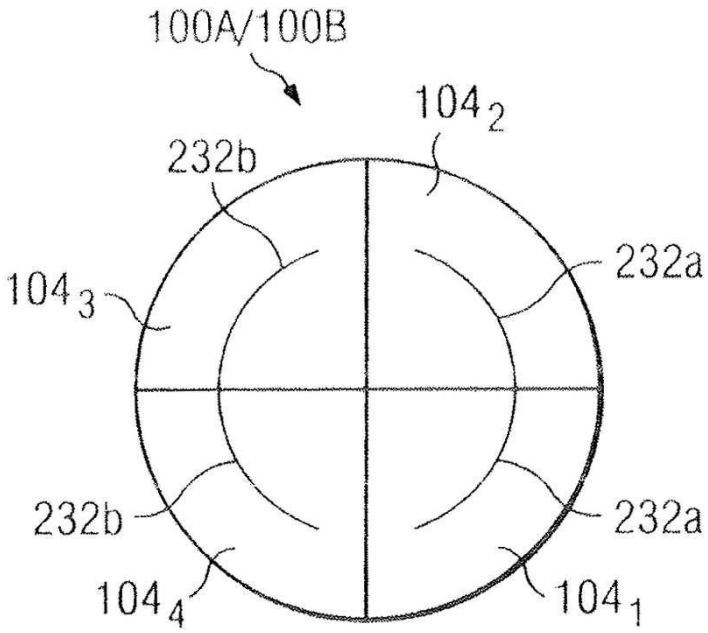
도면27b


70
S
70
글라이드
방향
Y
X
70
주사 방향
시프트 방향

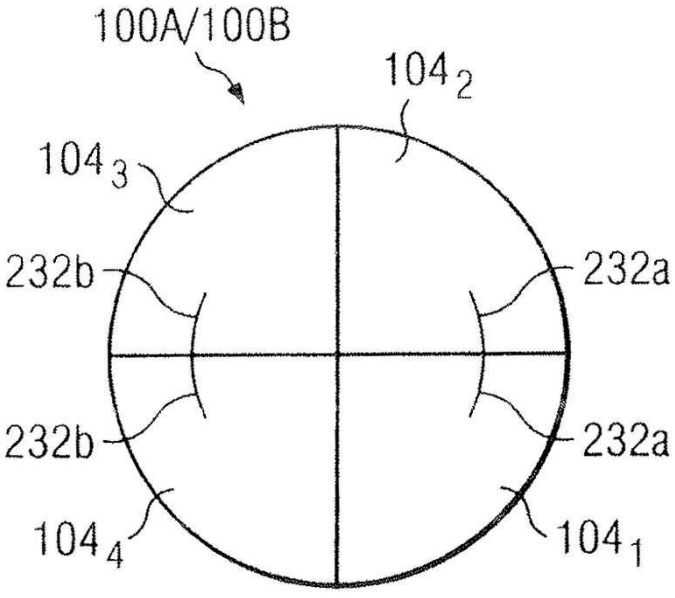
도면28a


100A/100B
104_2
230
104_3
104_4
104_1

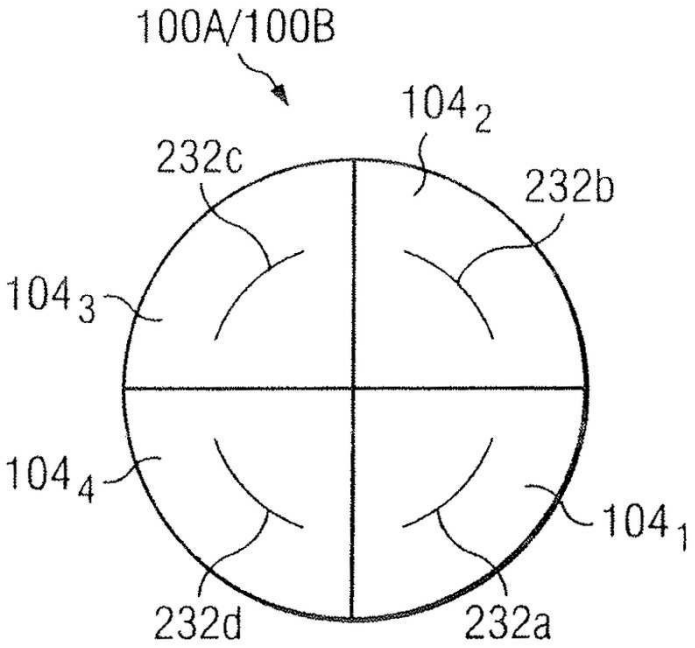
도면28b


100A/100B
104_2
232b
232a
104_3
232b
232a
104_4
104_1

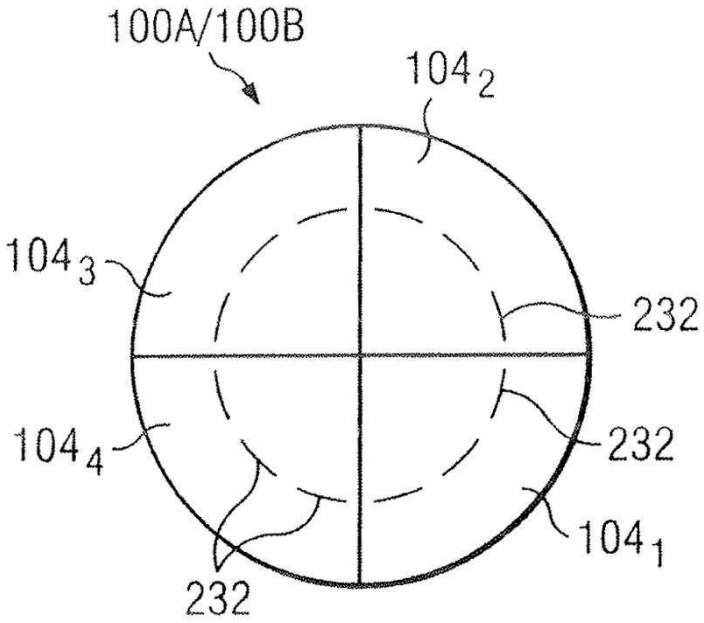
도면28c


100A/100B
104_2
104_3
232b
232a
232b
232a
104_4
104_1

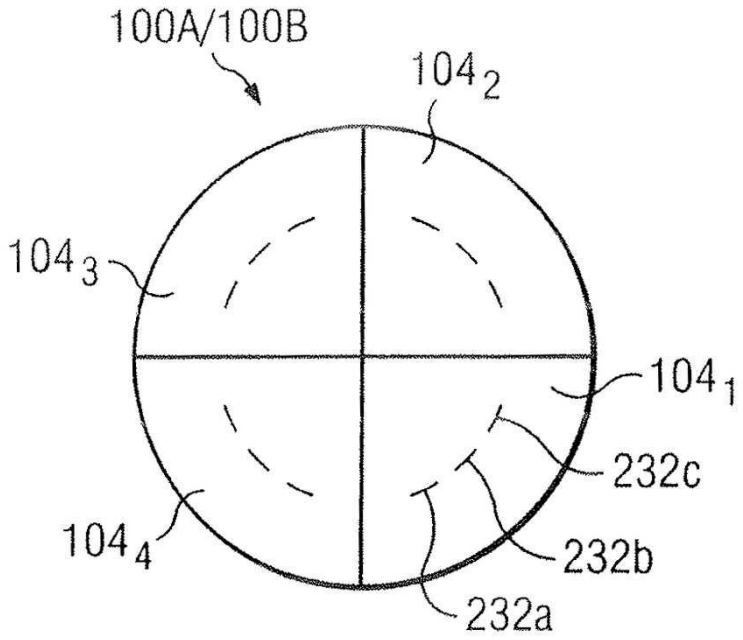
도면28d


100A/100B
104_2
232c
232b
104_3
104_4
104_1
232d
232a

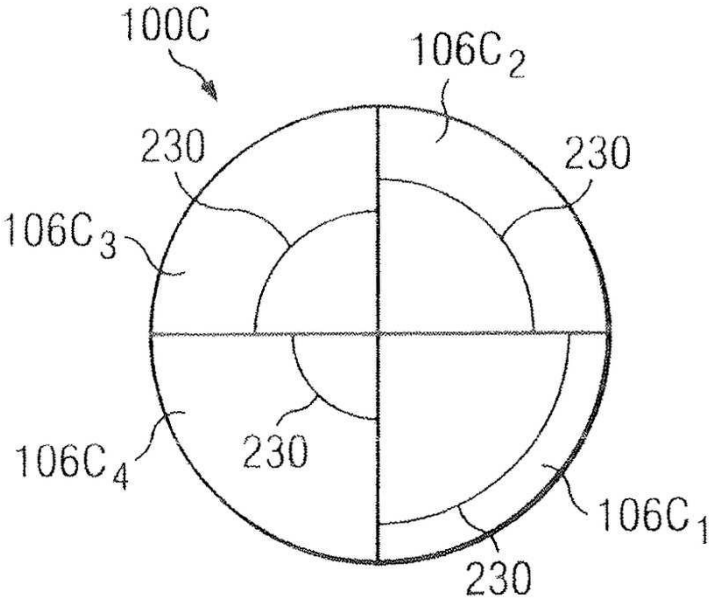
도면28e


100A/100B
104_2
104_3
232
232
104_4
104_1
232

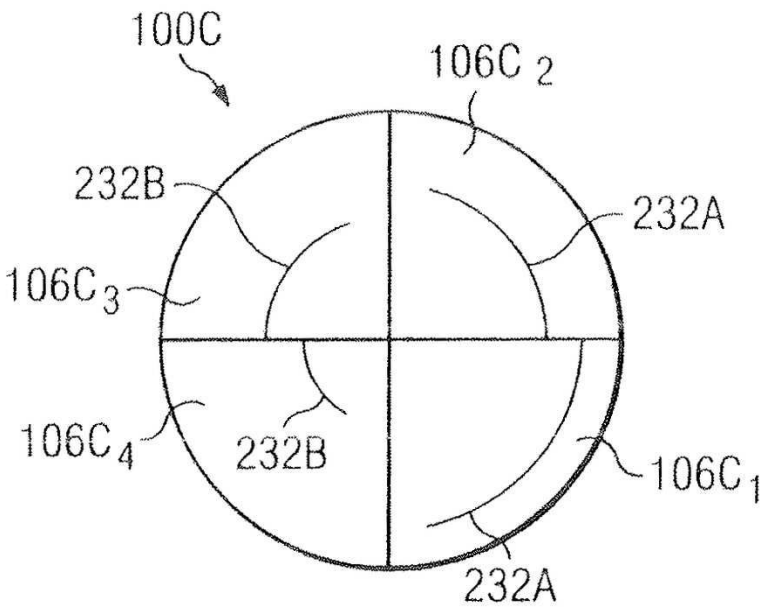
도면28f


100A/100B
104_2
104_3
104_1
232c
104_4
232b
232a

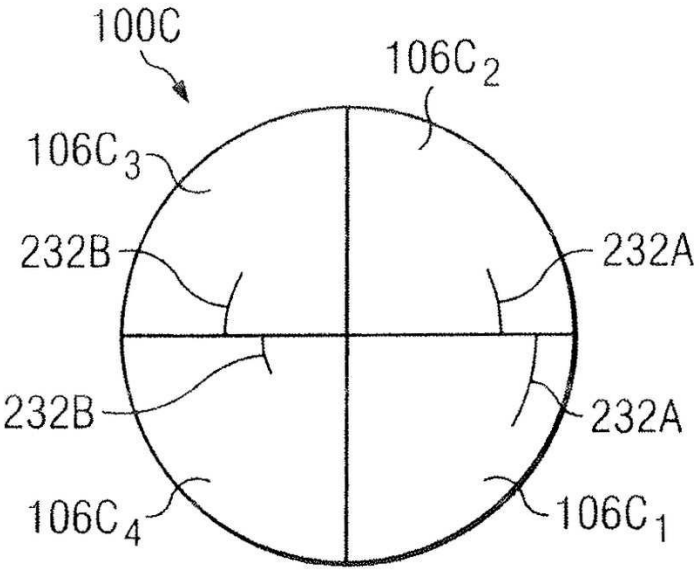
도면29a


100C
$106C_2$
230
230
$106C_3$
$106C_4$
230
$106C_1$
230

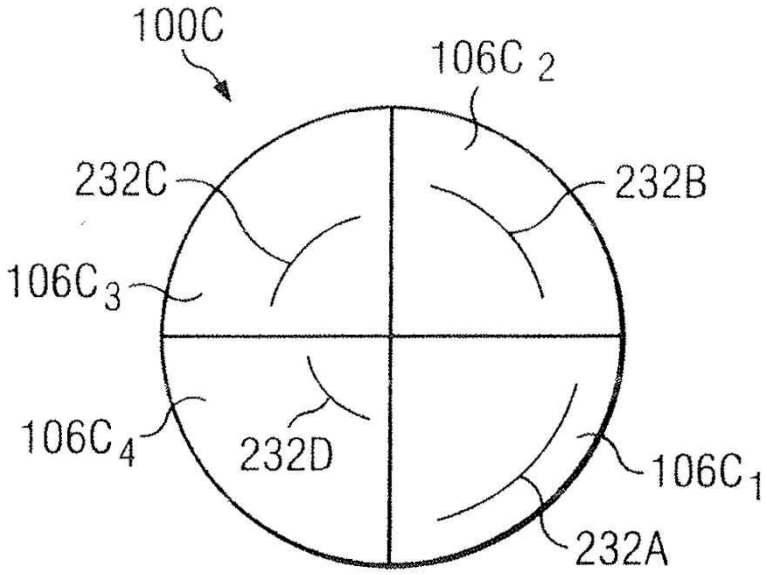
도면29b


100C
106C 2
232B
232A
106C 3
106C 4
232B
106C 1
232A

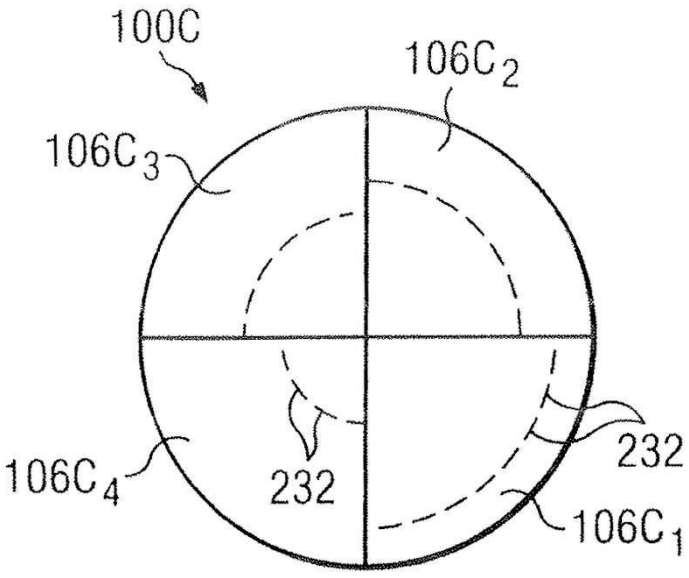
도면29c


100C
106C 2
106C 3
232B
232A
232B
232A
106C 4
106C 1

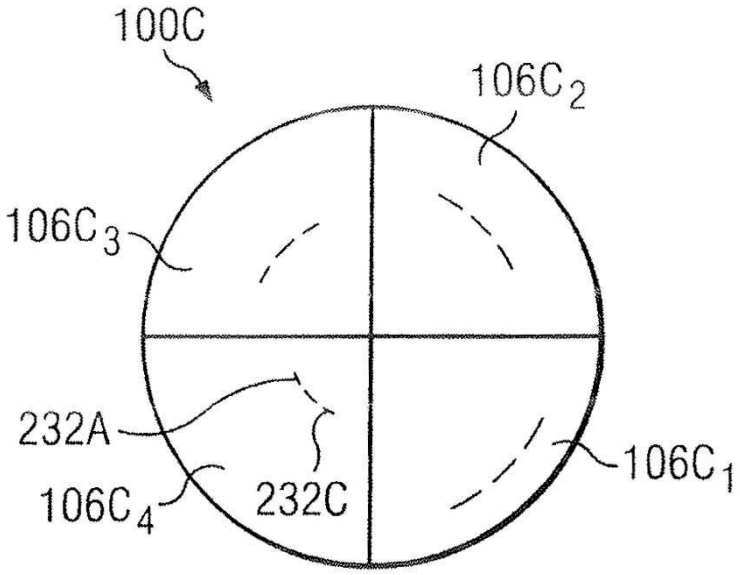
도면29d


100C
106C 2
232C
232B
106C 3
106C 4
232D
106C 1
232A

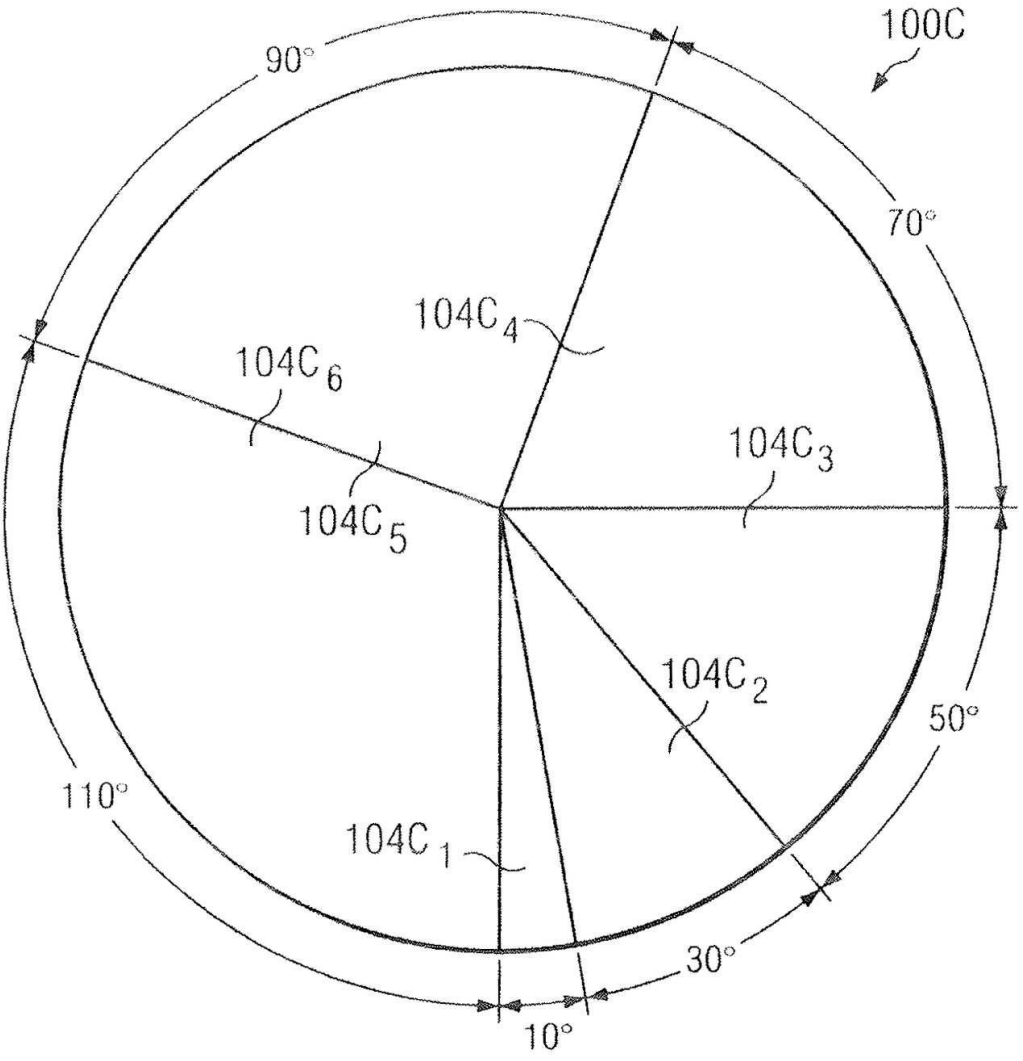
도면29e


100C
106C 2
106C 3
106C 4
232
232
106C 1

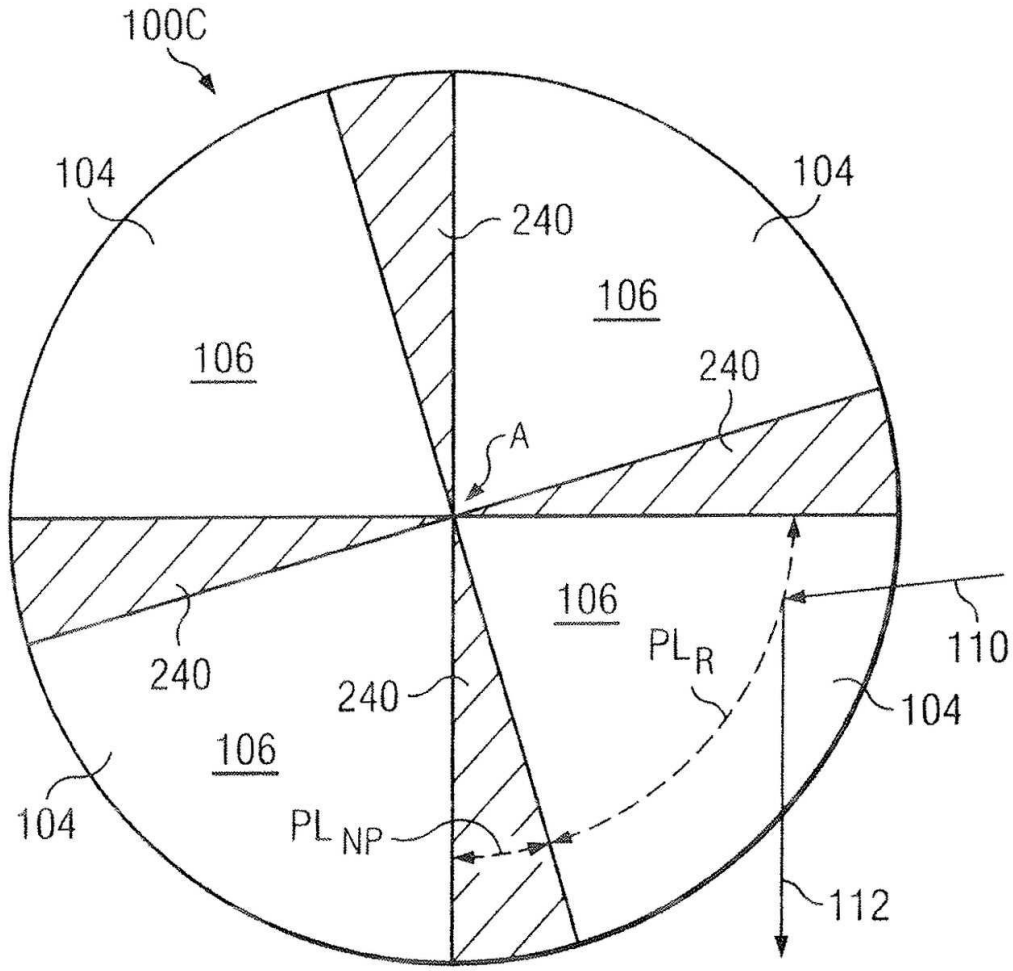
도면29f



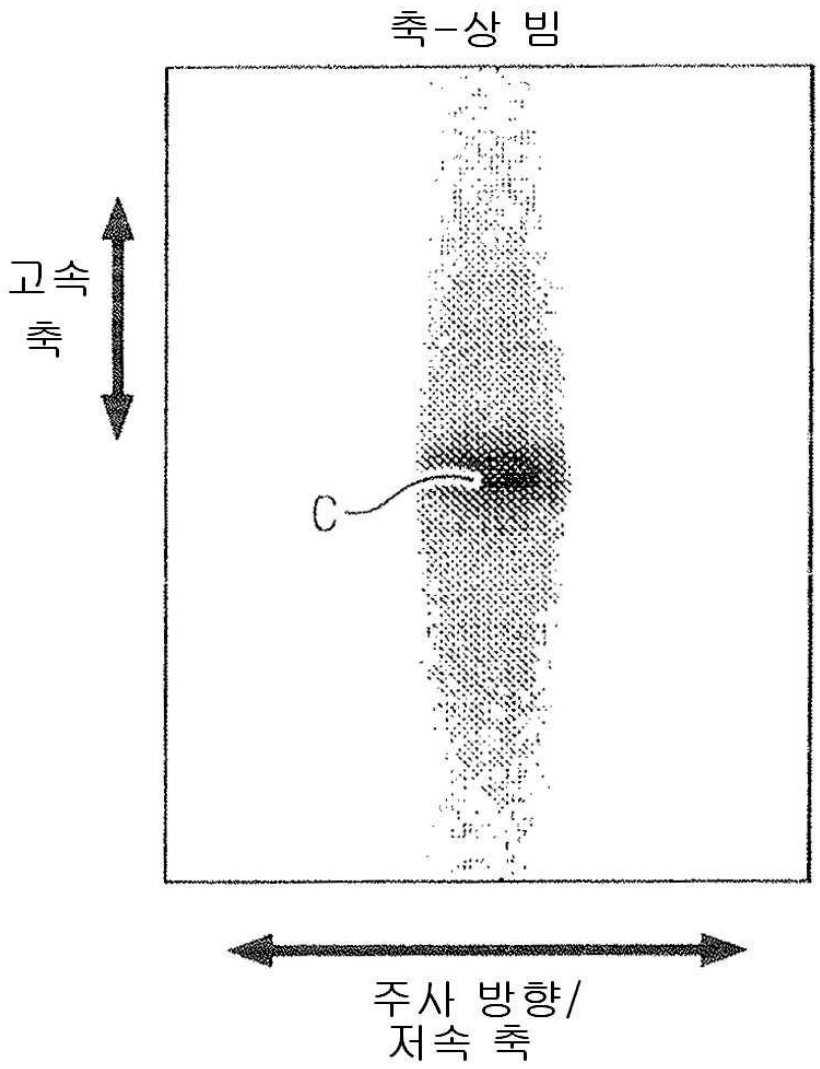
도면30



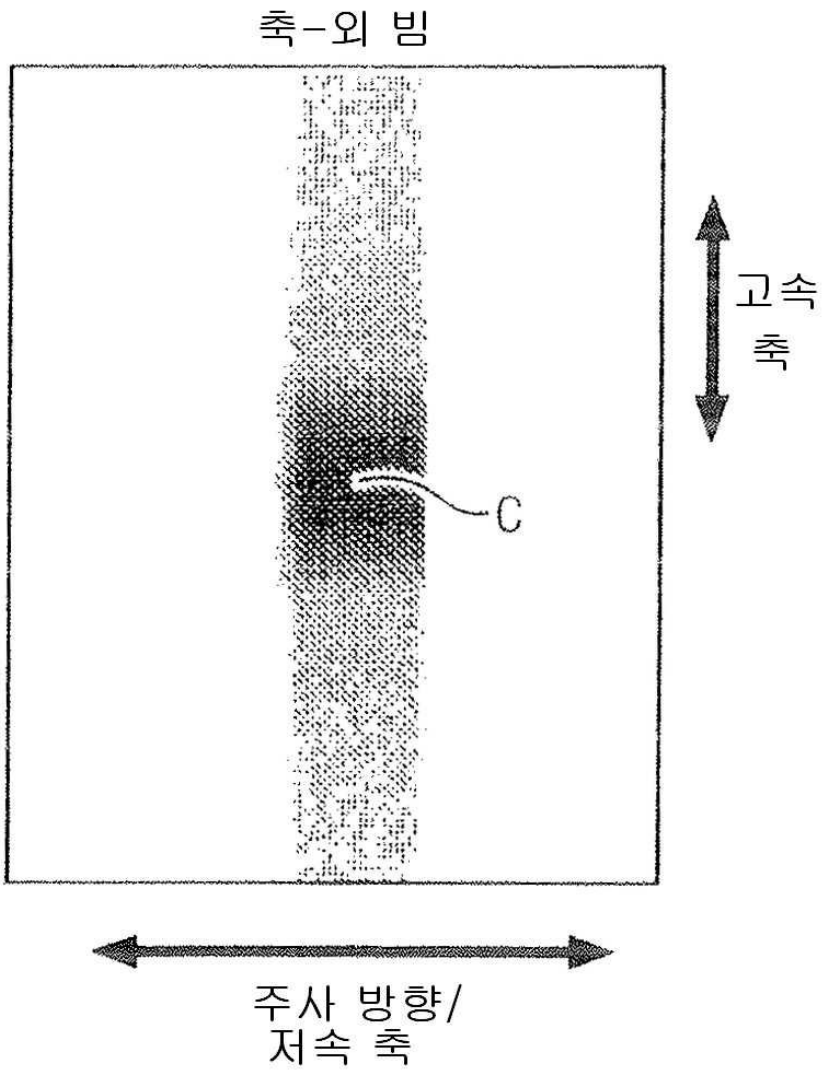
도면31


100C
104
240
104
106
106
240
A
106
240
240
110
PL R
104
106
104
PL NP
112

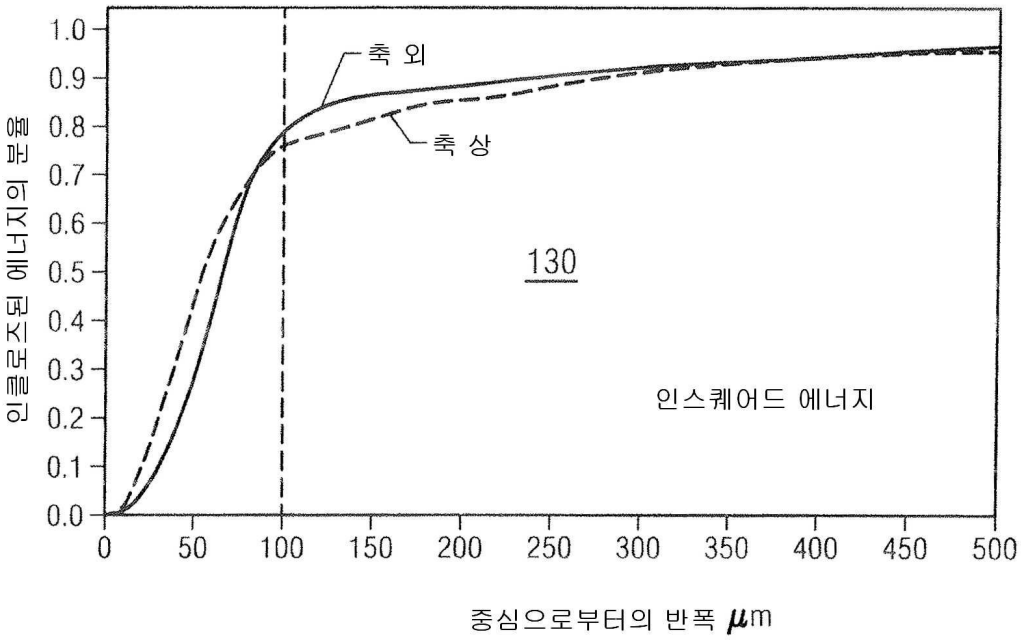
도면32a



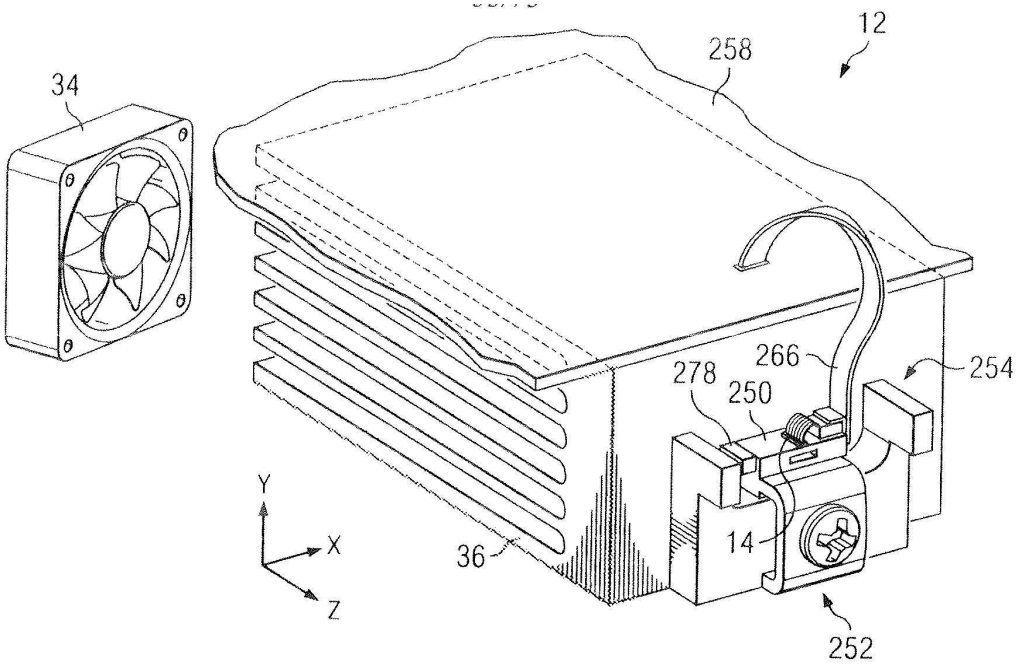
도면32b



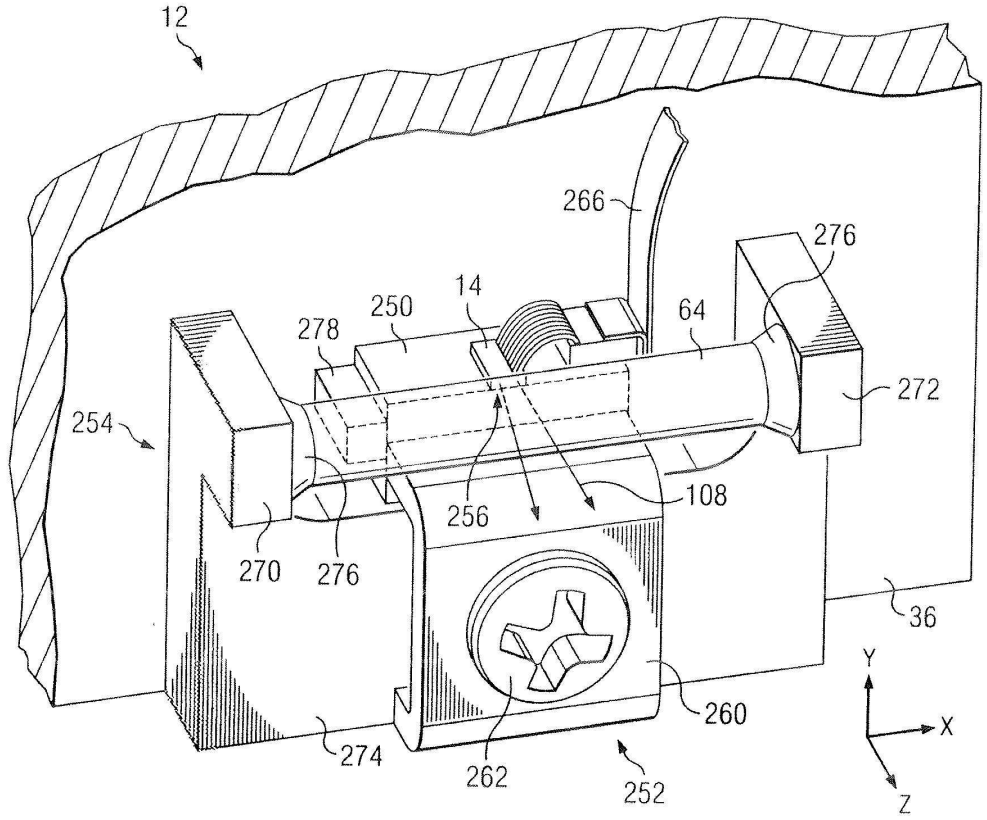
도면32c


1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
인클로즈된 에너지의 분율
축 외
축 상
130
인스케어드 에너지
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
중심으로부터의 반폭 μm

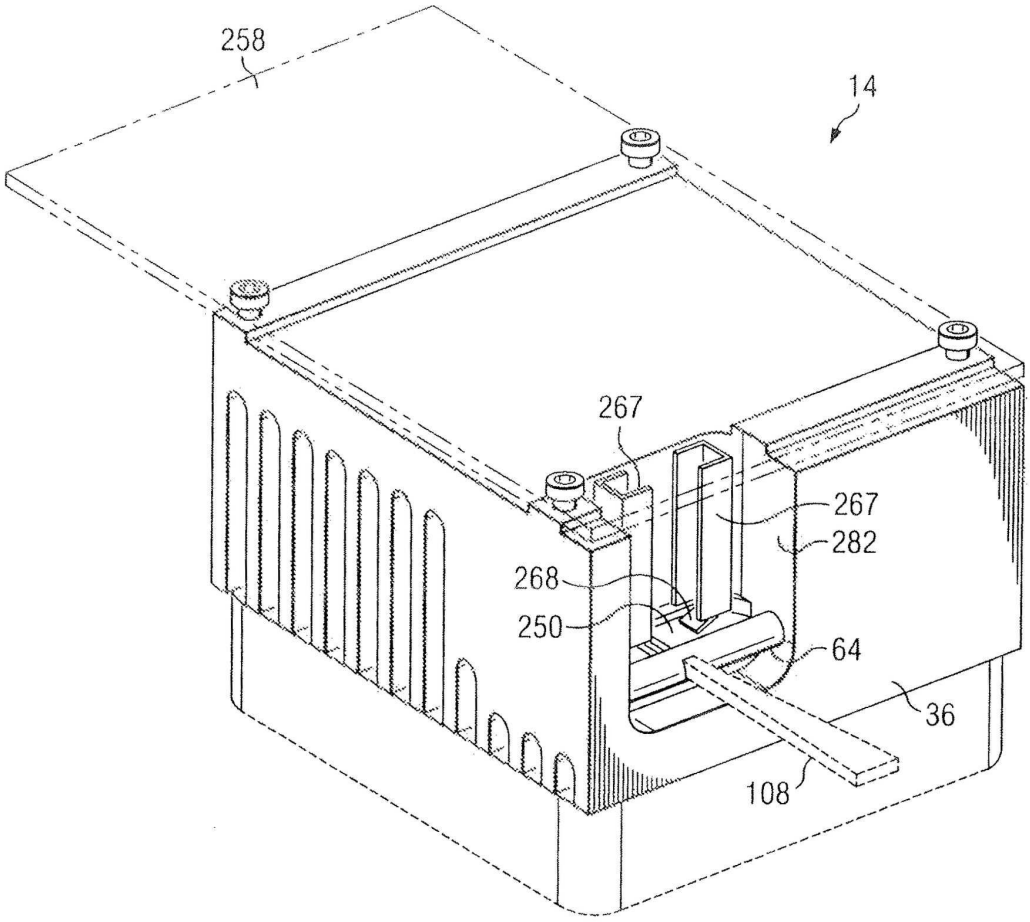
도면33a


34
12
258
266
254
278
250
14
36
252
Y
X
Z

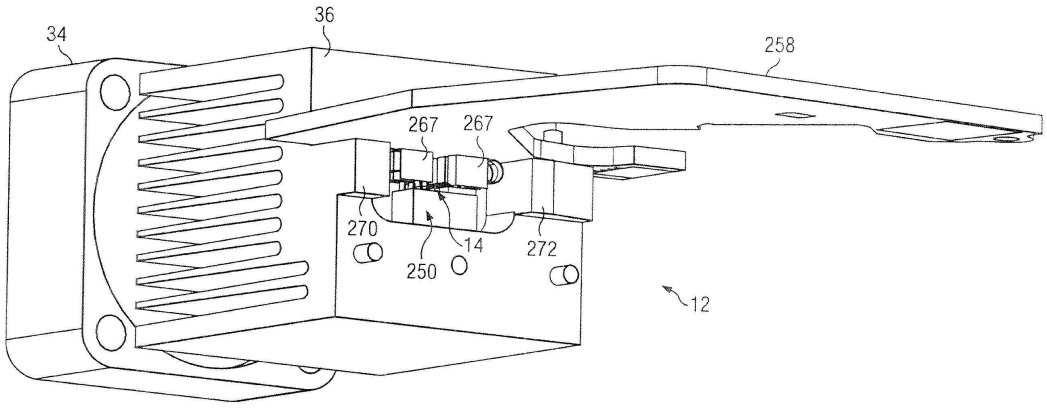
도면33b


12
266
276
14
250
278
64
272
254
256
108
270
276
36
260
274
262
252
Y
X
Z

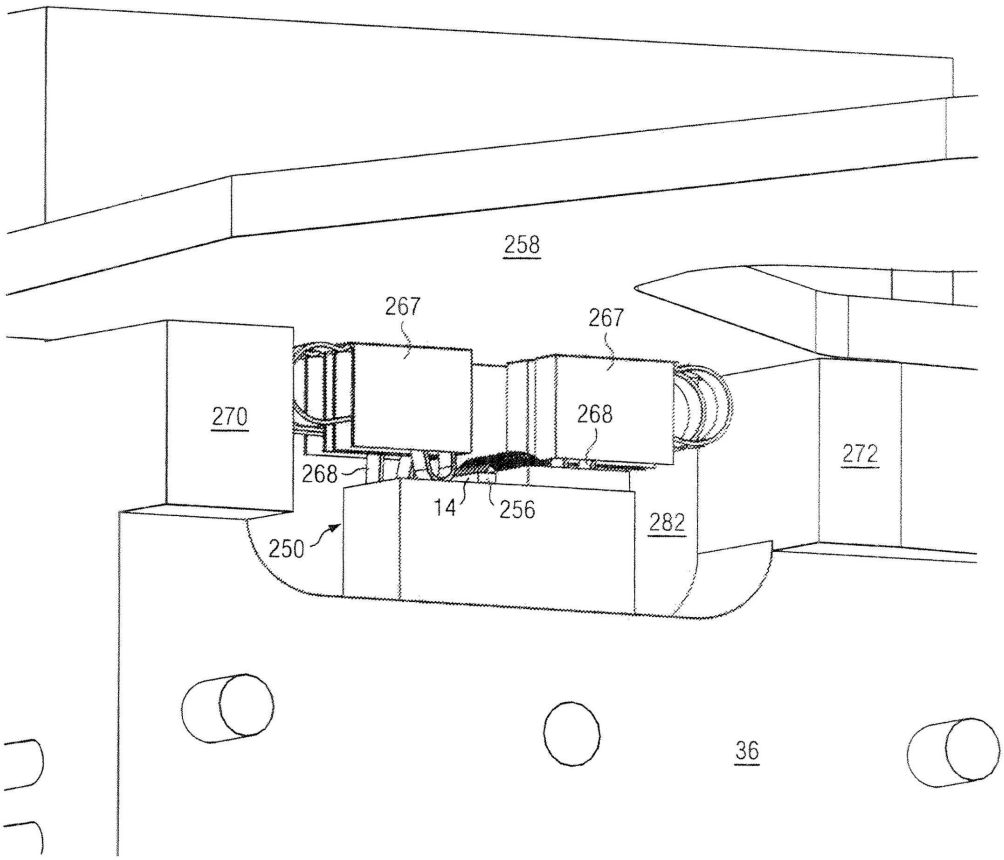
도면34


258
14
267
267
282
268
250
64
36
108

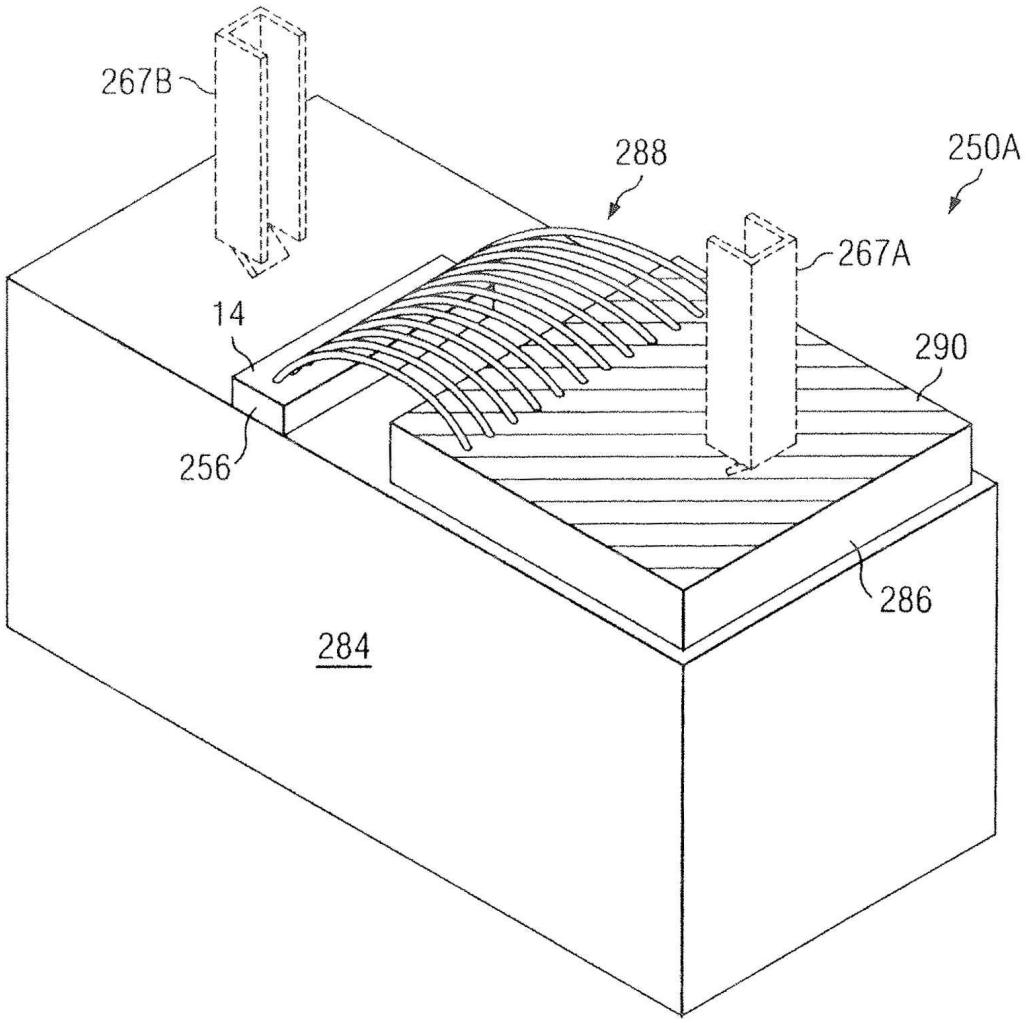
도면35a


34
36
258
267
267
270
250
14
272
12

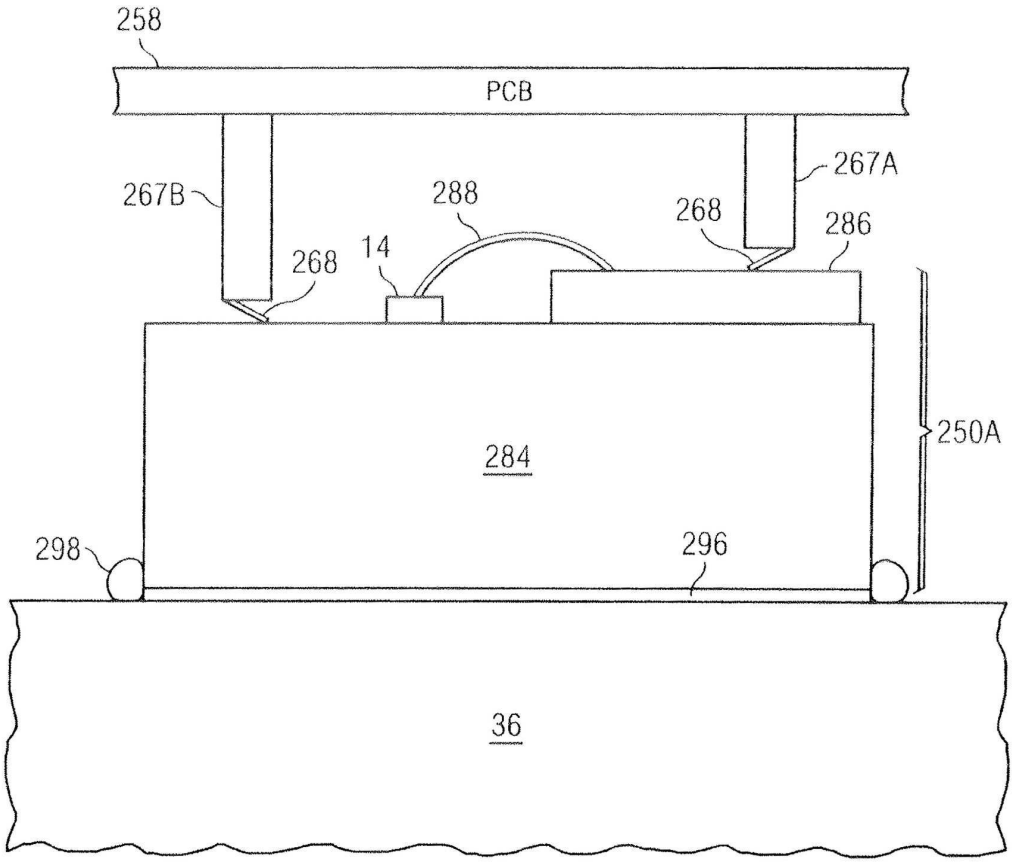
도면35b



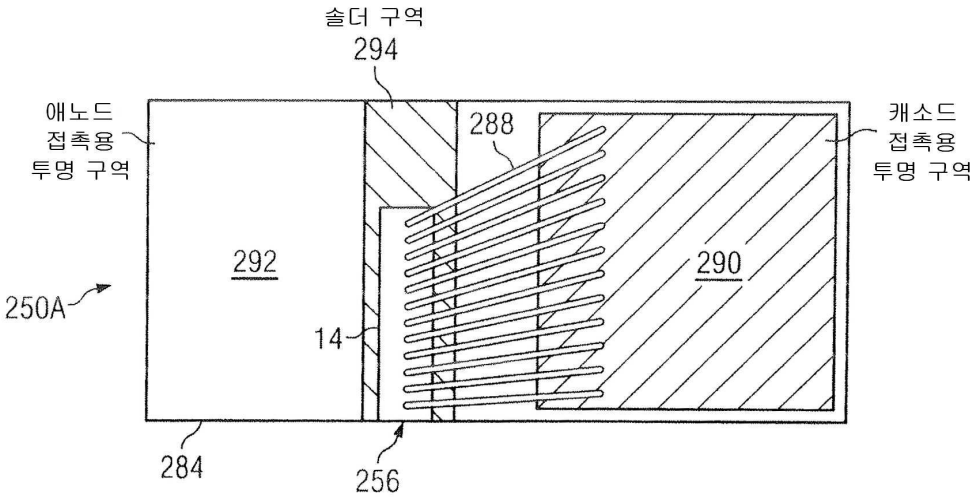
도면36a



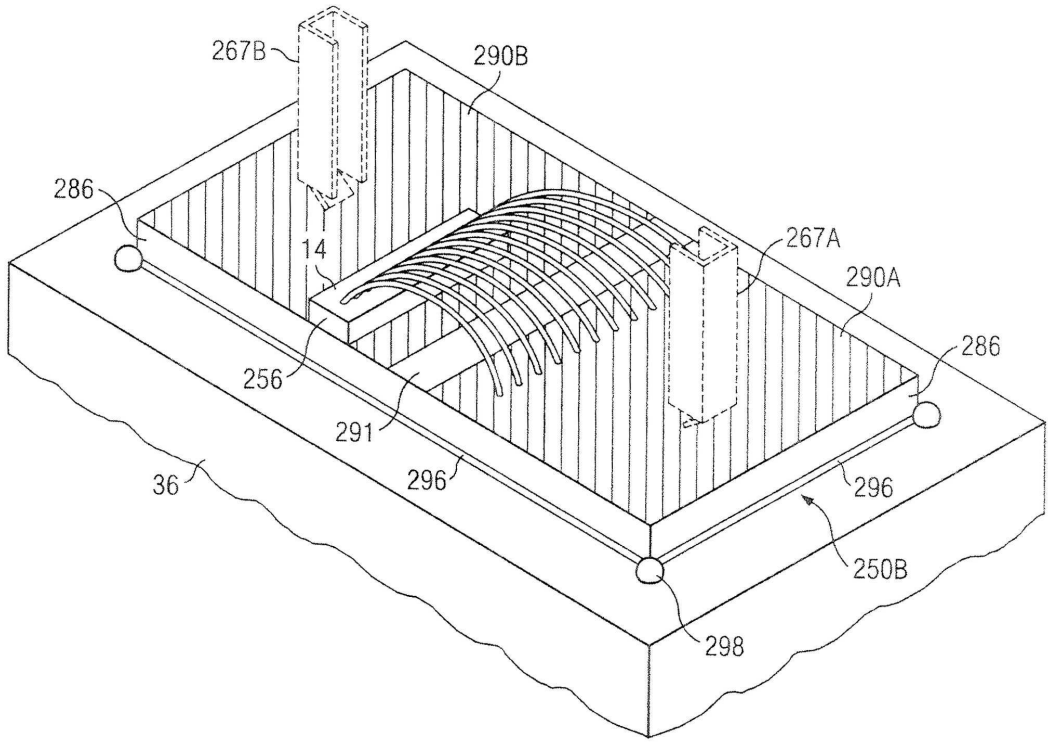
도면36b


258
PCB
267B
267A
288
268
14
268
286
284
250A
298
296
36

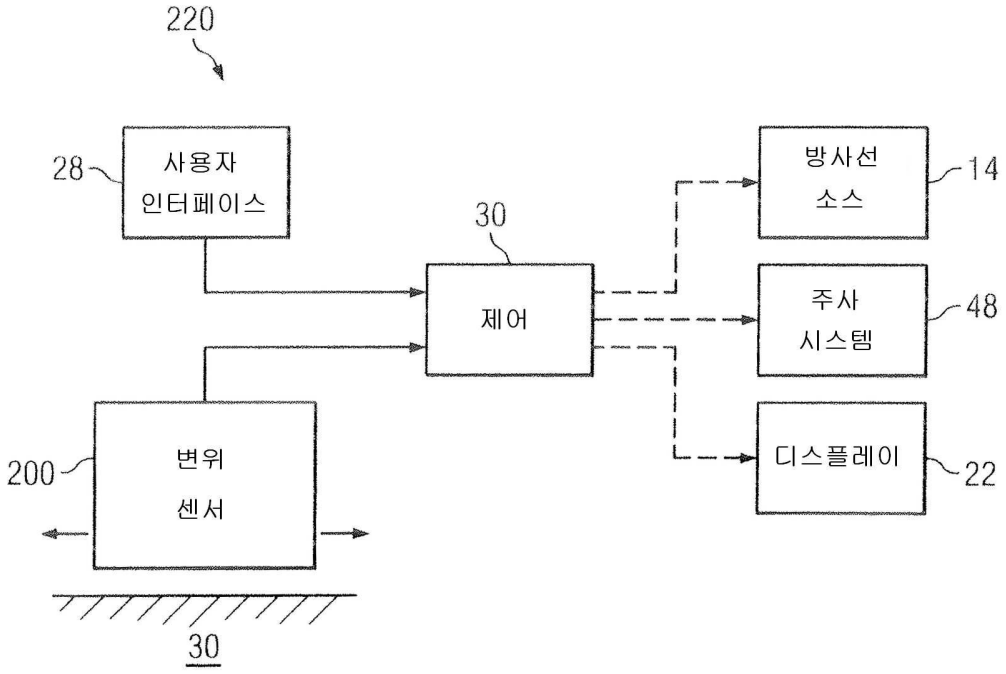
도면36c


솔더 구역
294
애노드
접촉용
투명 구역
288
캐소드
접촉용
투명 구역
292
290
250A
14
284
256

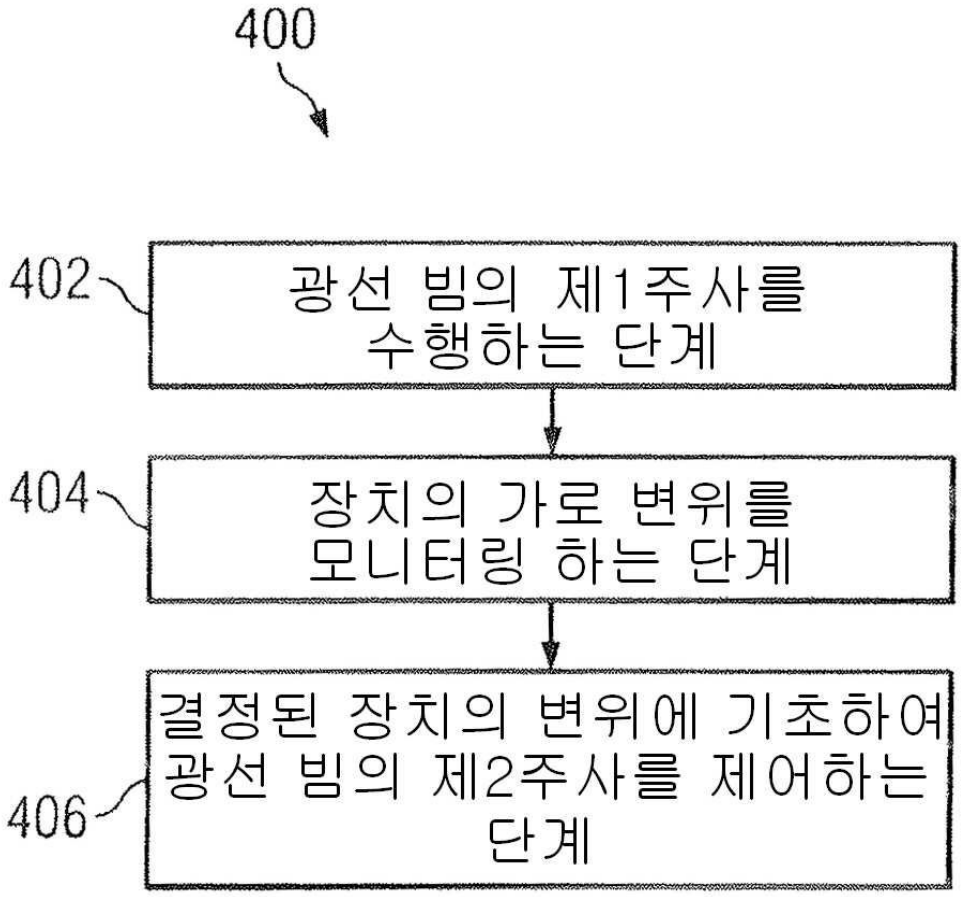
도면37


267B
290B
286
14
267A
290A
286
256
291
296
296
36
250B
298

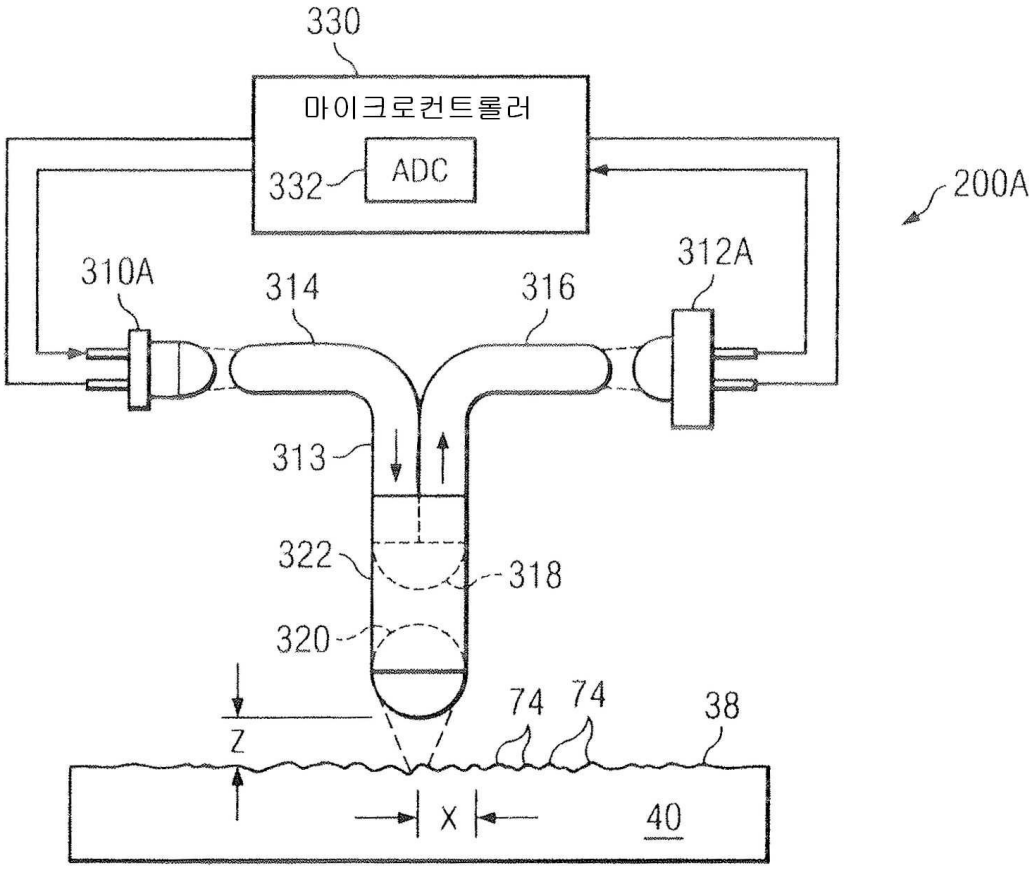
도면38


220
28
사용자
인터페이스
30
제어
방사선
소스
14
주사
시스템
48
디스플레이
22
200
변위
센서
30

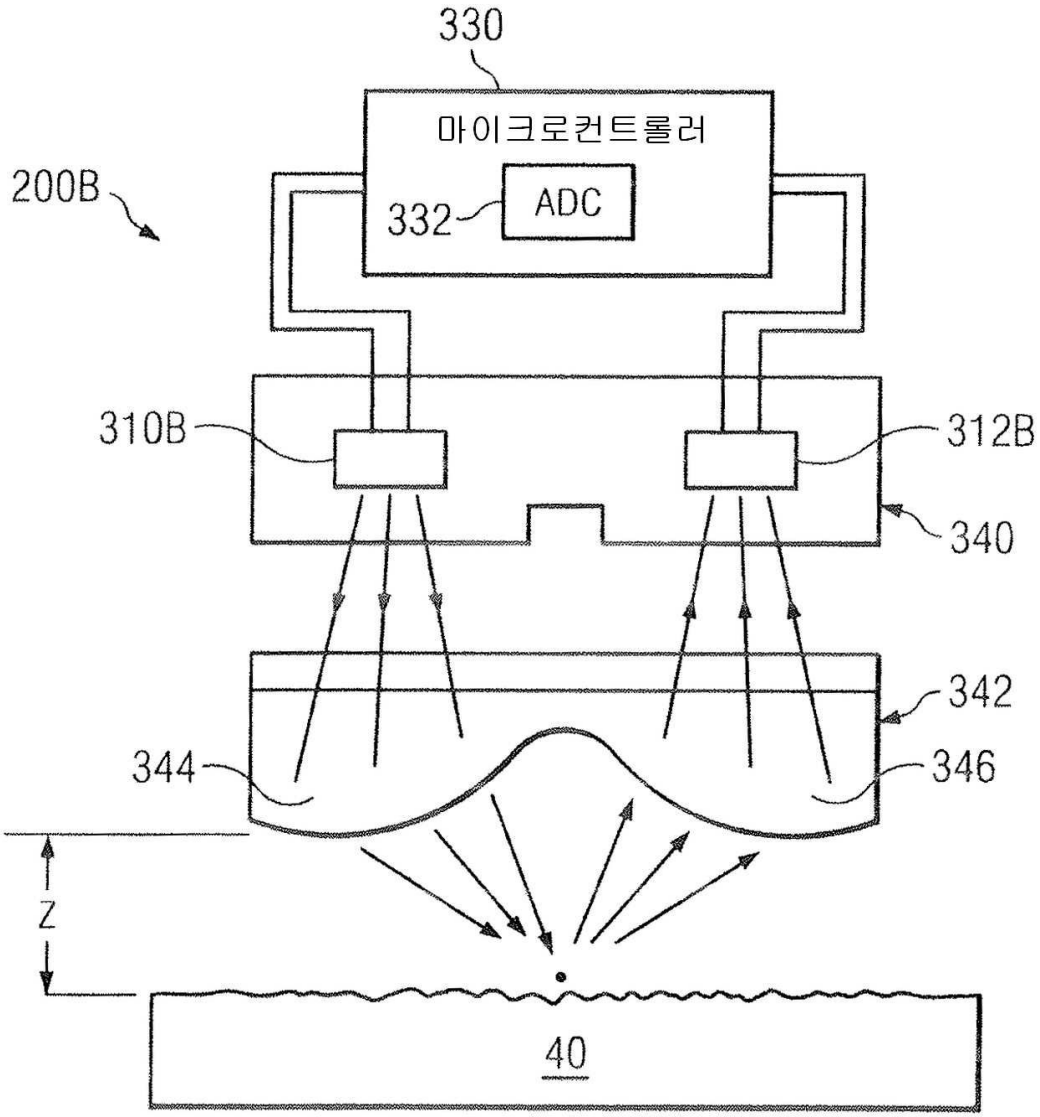
도면39


400
402
광선 빔의 제1주사를 수행하는 단계
404
장치의 가로 변위를 모니터링 하는 단계
406
결정된 장치의 변위에 기초하여 광선 빔의 제2주사를 제어하는 단계

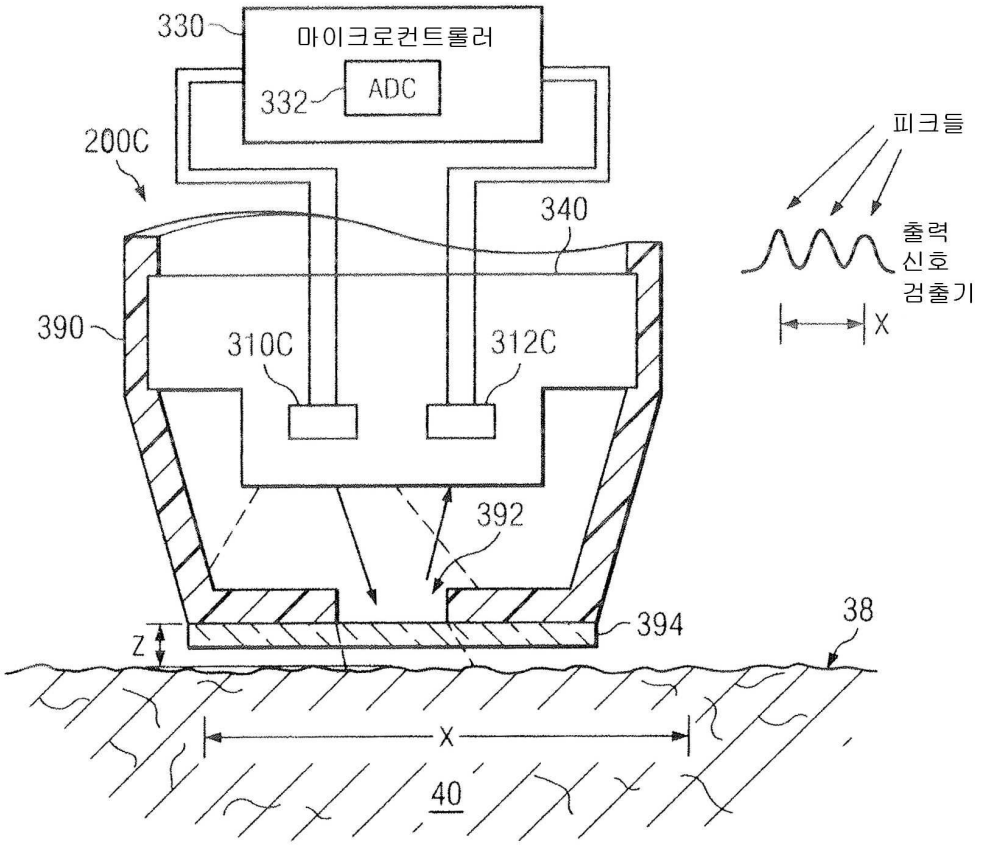
도면40a


330
마이크로컨트롤러
ADC
332
200A
310A
314
316
312A
313
322
318
320
74
74
38
Z
X
40

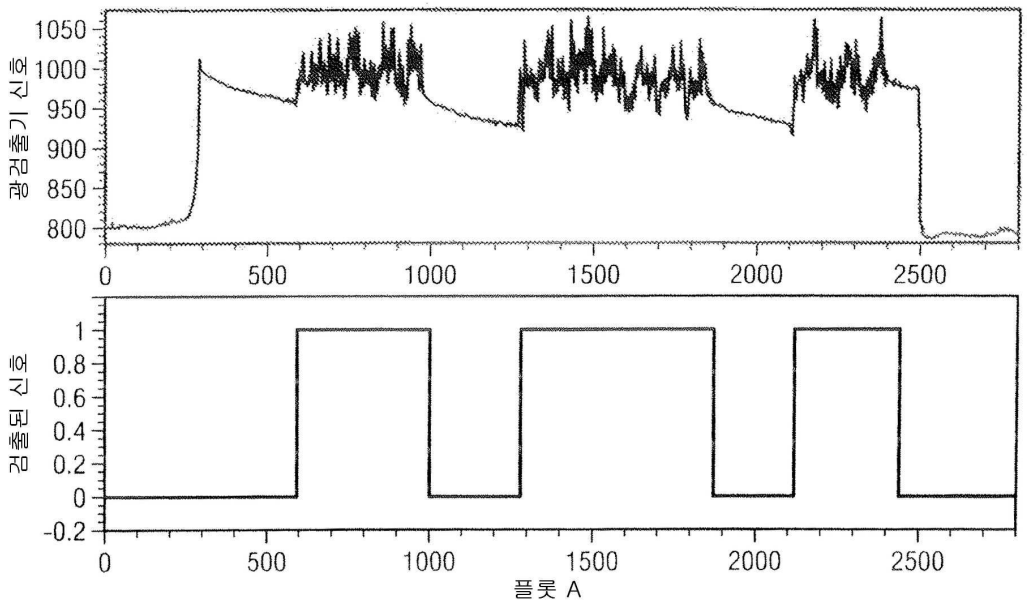
도면40b



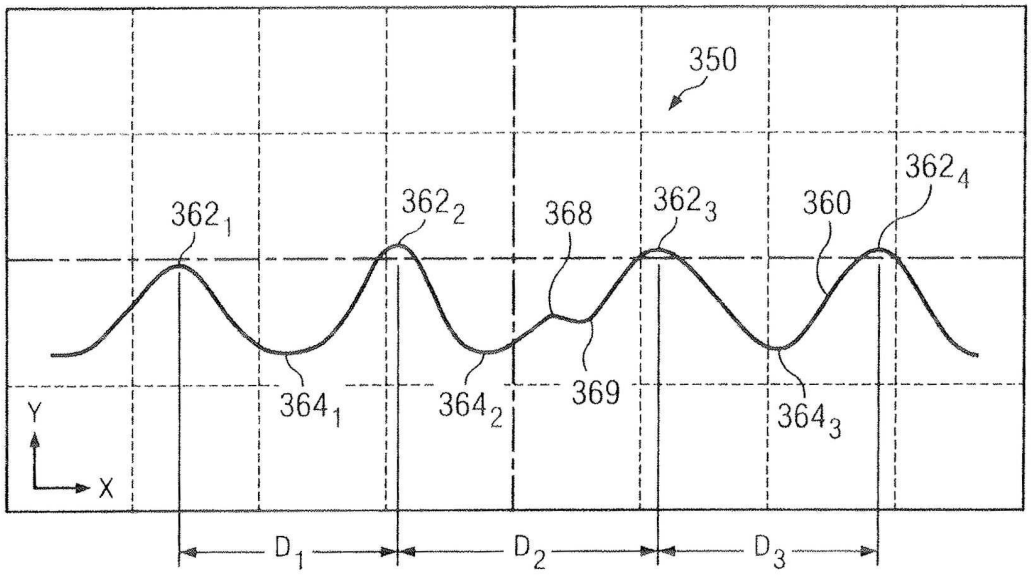
도면40c


330
마이크로컨트롤러
ADC
332
200C
340
390
310C
312C
392
394
38
Z
X
40
피크들
출력
신호
검출기
X

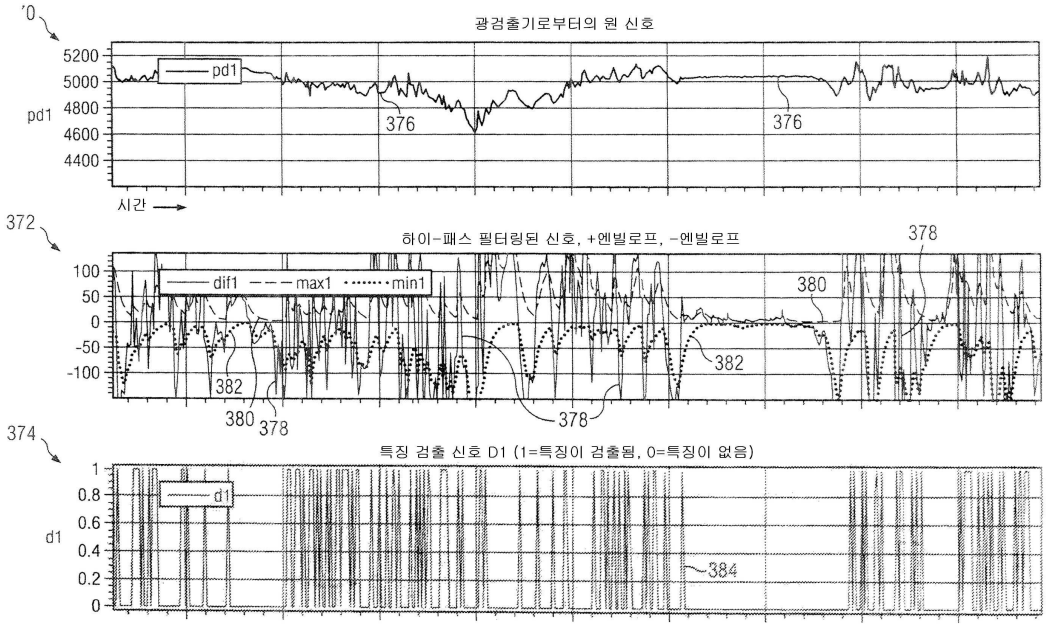
도면41


광검출기 신호
1050
1000
950
900
850
800
0
500
1000
1500
2000
2500
검출된 신호
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
0
500
1000
1500
2000
2500
플롯 A

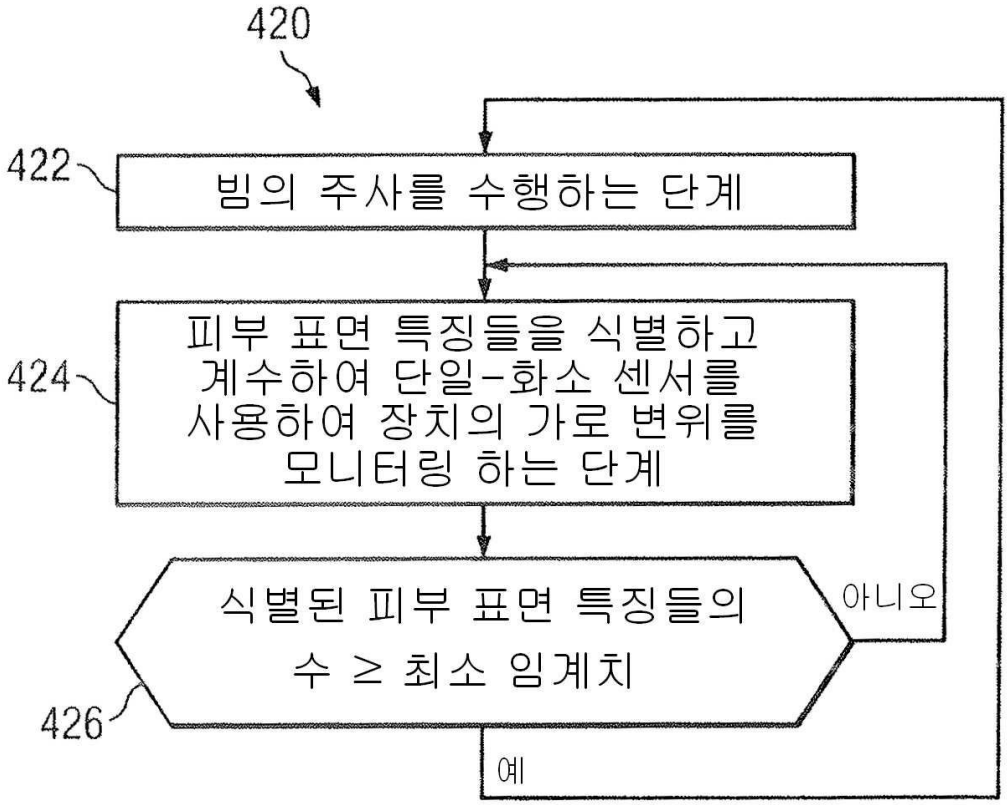
도면42


350
362 1
362 2
368
362 3
360
362 4
364 1
364 2
369
364 3
Y
X
D 1
D 2
D 3

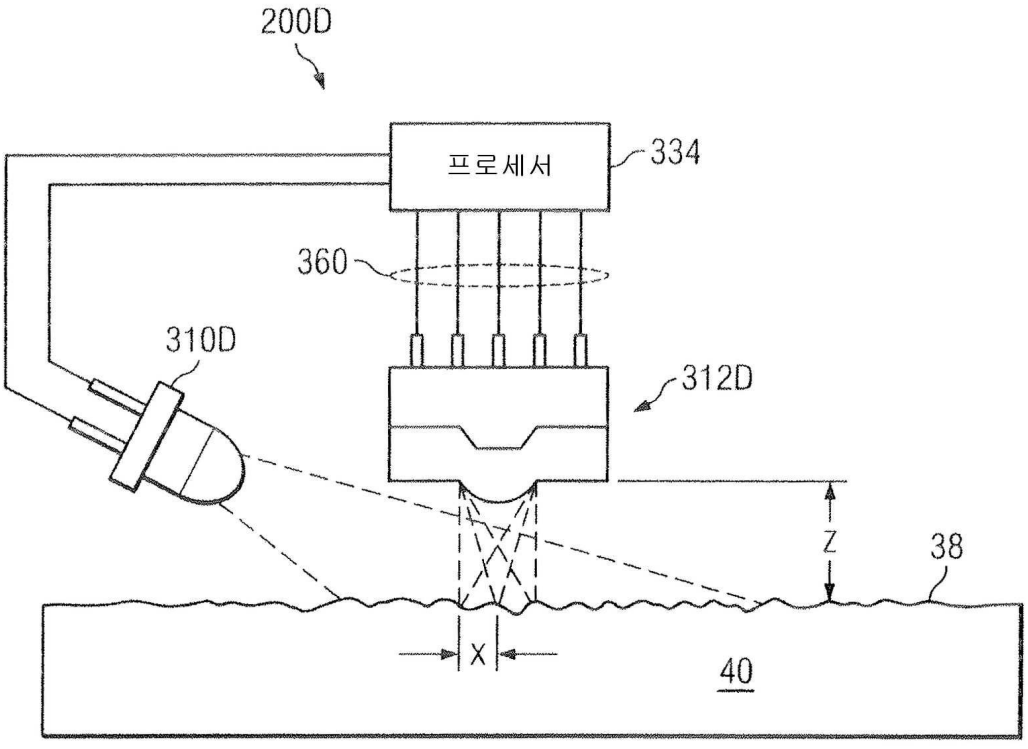
도면43


'0
광검출기로부터의 원 신호
5200
5000
4800
4600
4400
pd1
pd1
376
376
시간
372
하이-패스 필터링된 신호, +엔빌로프, -엔빌로프
378
100
50
0
-50
-100
dif1
max1
min1
380
382
382
380
378
378
374
특징 검출 신호 D1 (1=특징이 검출됨, 0=특징이 없음)
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
d1
d1
384

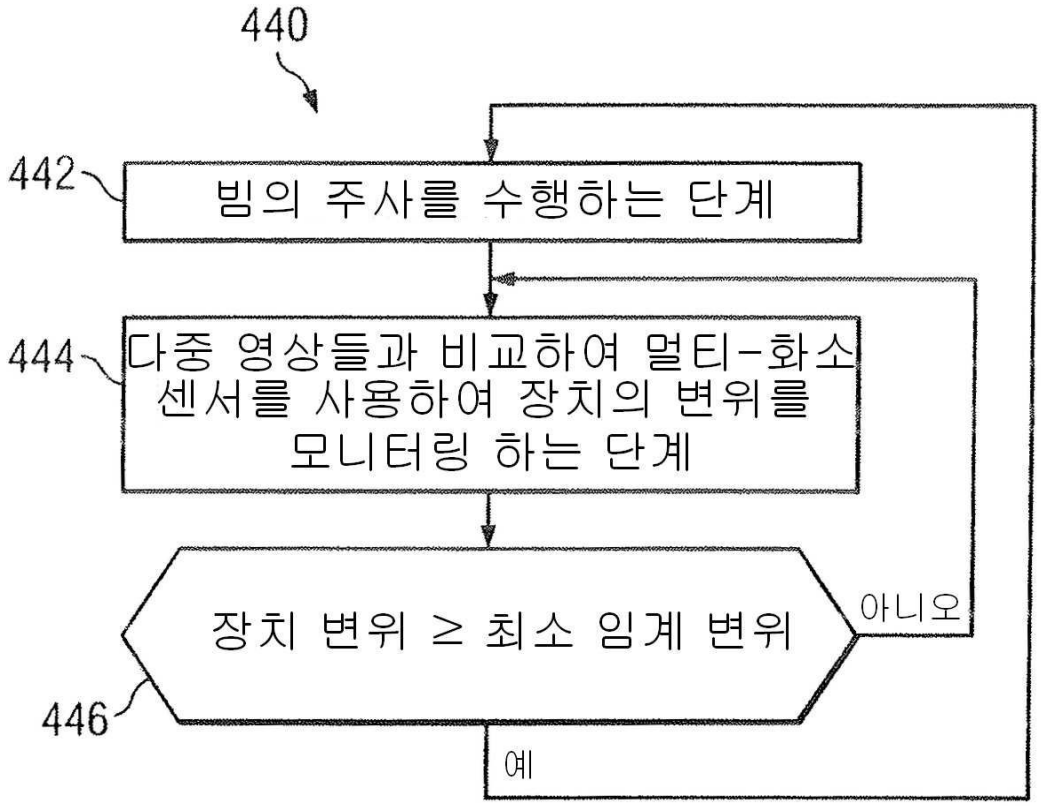
도면44


420
422
빔의 주사를 수행하는 단계
424
피부 표면 특징들을 식별하고 계수하여 단일-화소 센서를 사용하여 장치의 가로 변위를 모니터링 하는 단계
426
식별된 피부 표면 특징들의 수 ≥ 최소 임계치
아니오
예

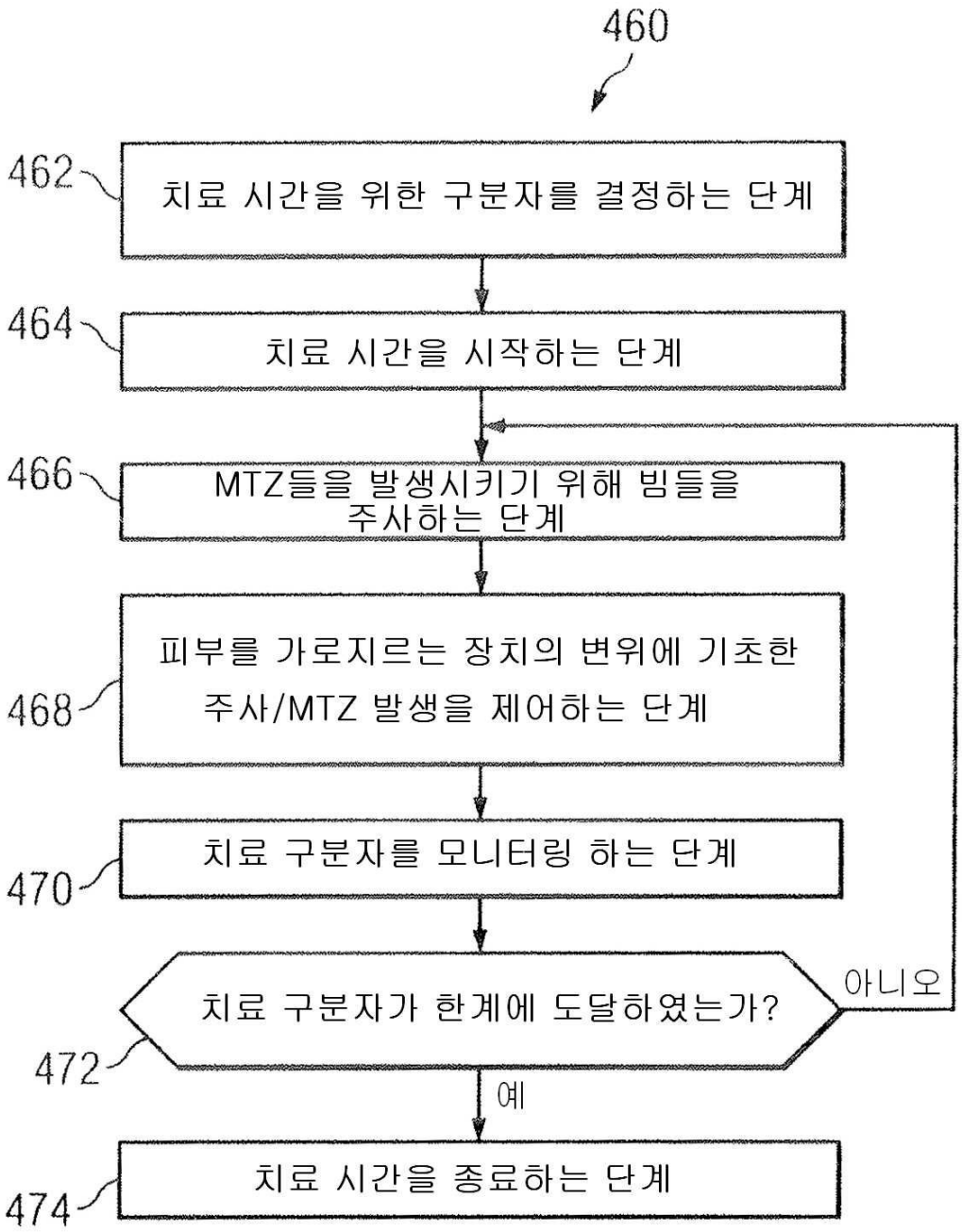
도면45


200D
프로세서
334
360
310D
312D
Z
38
X
40

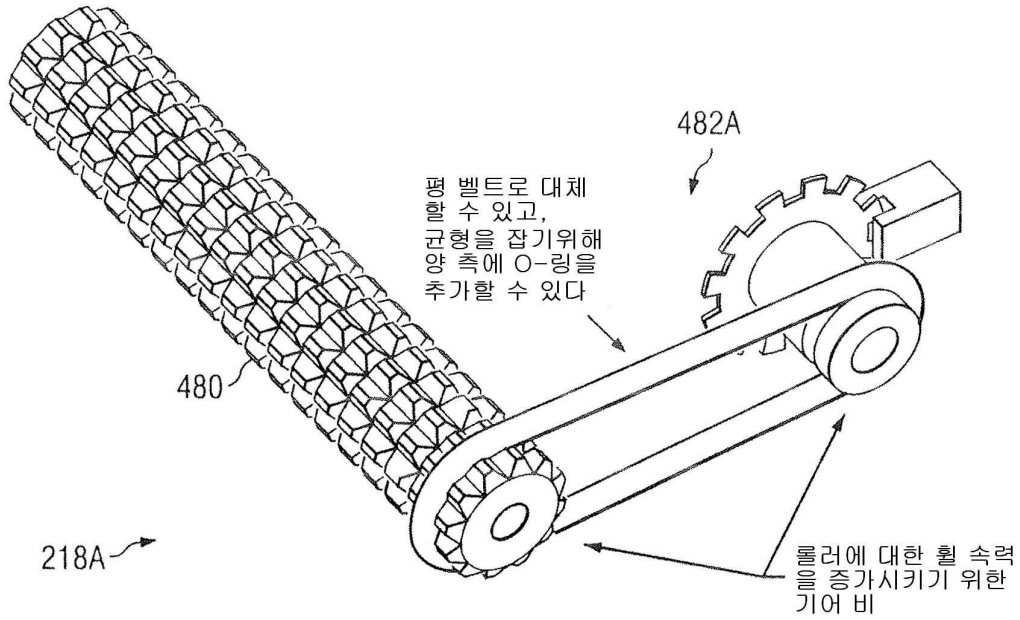
도면46


440
442
빔의 주사를 수행하는 단계
444
다중 영상들과 비교하여 멀티-화소 센서를 사용하여 장치의 변위를 모니터링 하는 단계
장치 변위 ≥ 최소 임계 변위
446
아니오
예

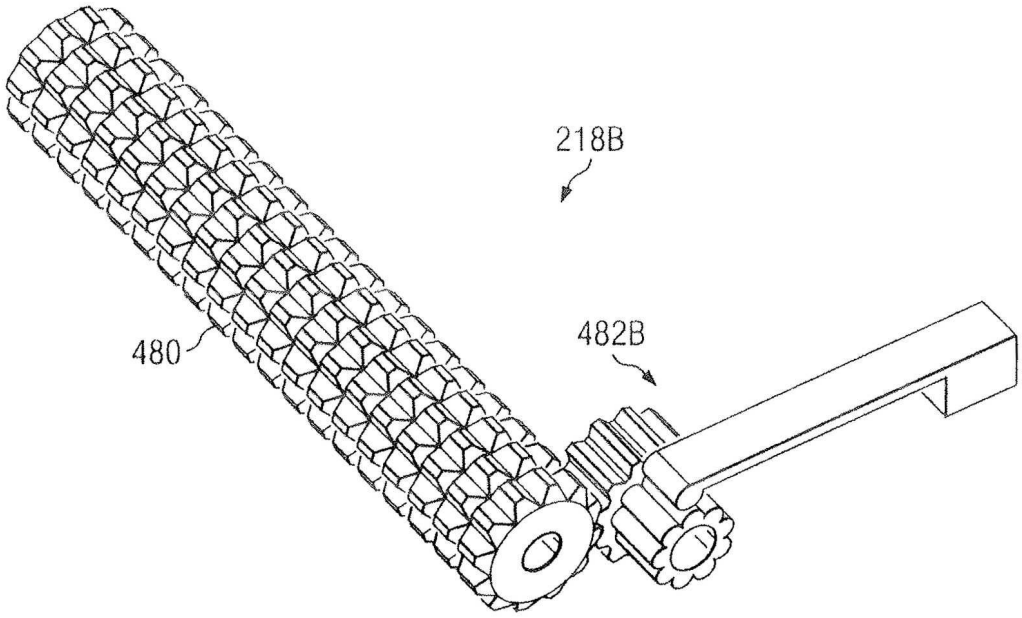
도면47


460
462
치료 시간을 위한 구분자를 결정하는 단계
464
치료 시간을 시작하는 단계
466
MTZ들을 발생시키기 위해 빔들을 주사하는 단계
468
피부를 가로지르는 장치의 변위에 기초한 주사/MTZ 발생을 제어하는 단계
470
치료 구분자를 모니터링 하는 단계
472
치료 구분자가 한계에 도달하였는가?
아니오
예
474
치료 시간을 종료하는 단계

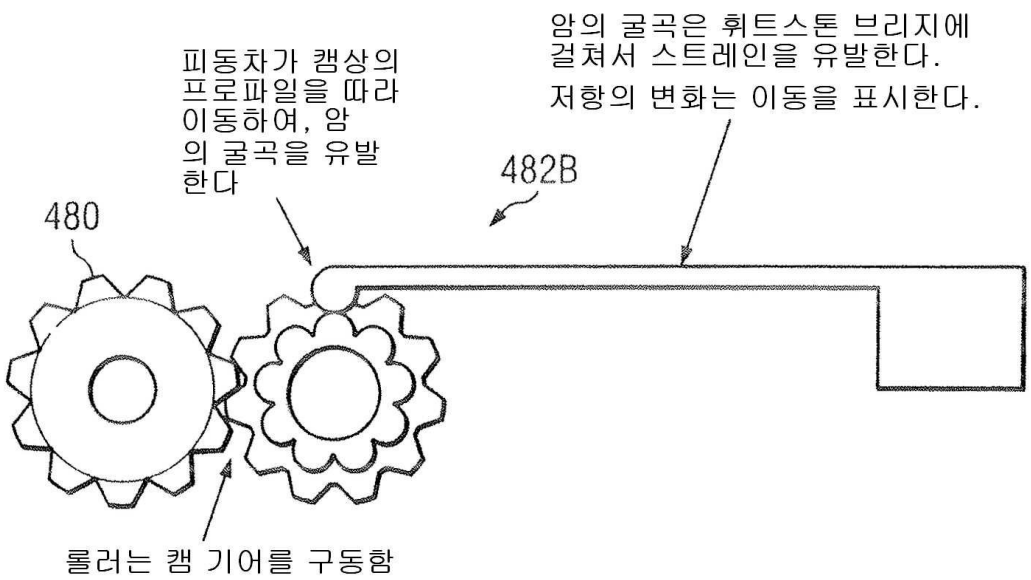
도면48a


482A
평 벨트로 대체
할 수 있고,
균형을 잡기위해
양 측에 O-링을
추가할 수 있다
480
218A
롤러에 대한 휠 속력
을 증가시키기 위한
기어 비

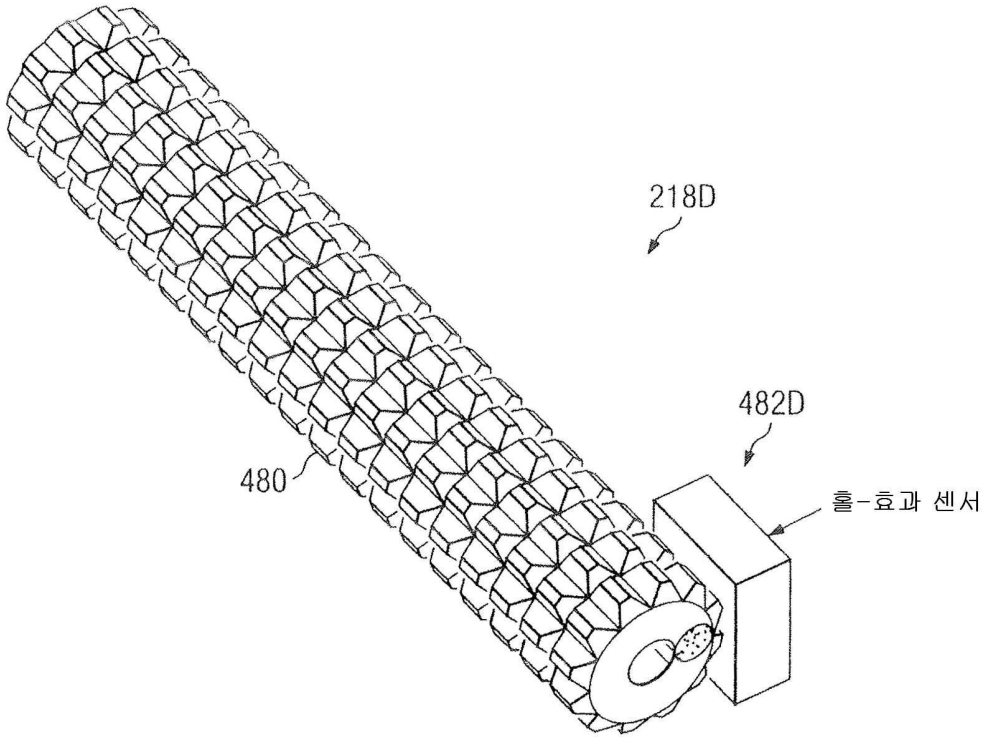
도면48b


218B
480
482B

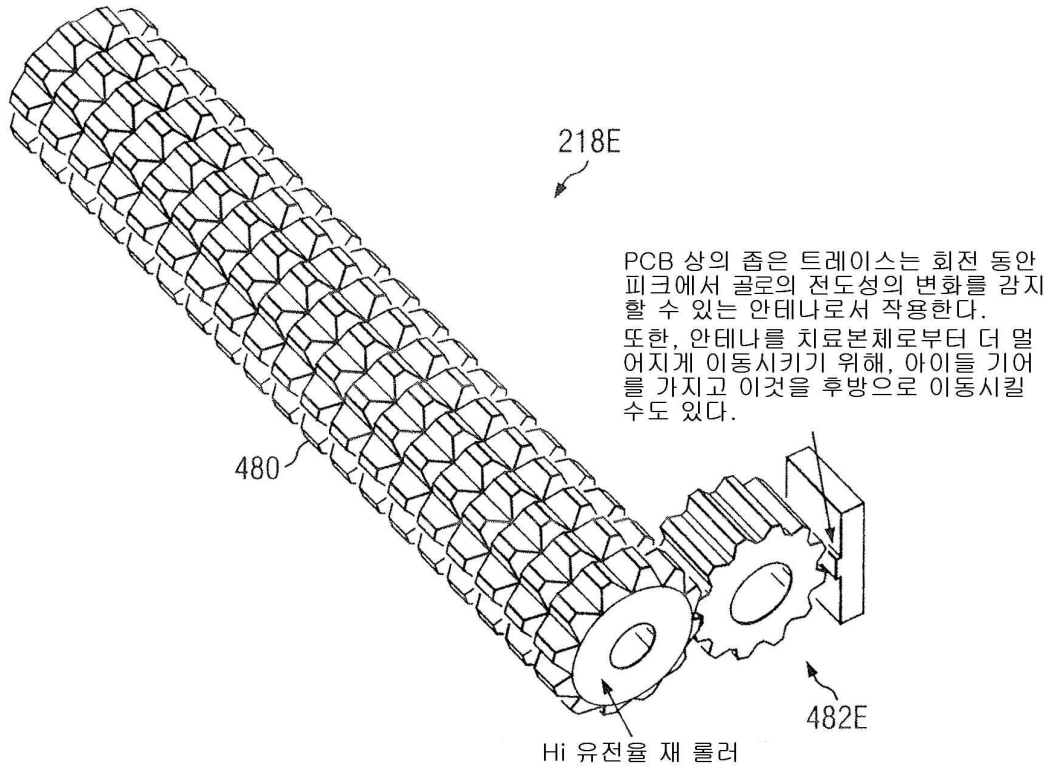
도면48c


암의 굴곡은 휘트스톤 브리지에
걸쳐서 스트레인을 유발한다.
저항의 변화는 이동을 표시한다.
피동차가 캠상의
프로파일을 따라
이동하여, 암
의 굴곡을 유발
한다
482B
480
롤러는 캠 기어를 구동함

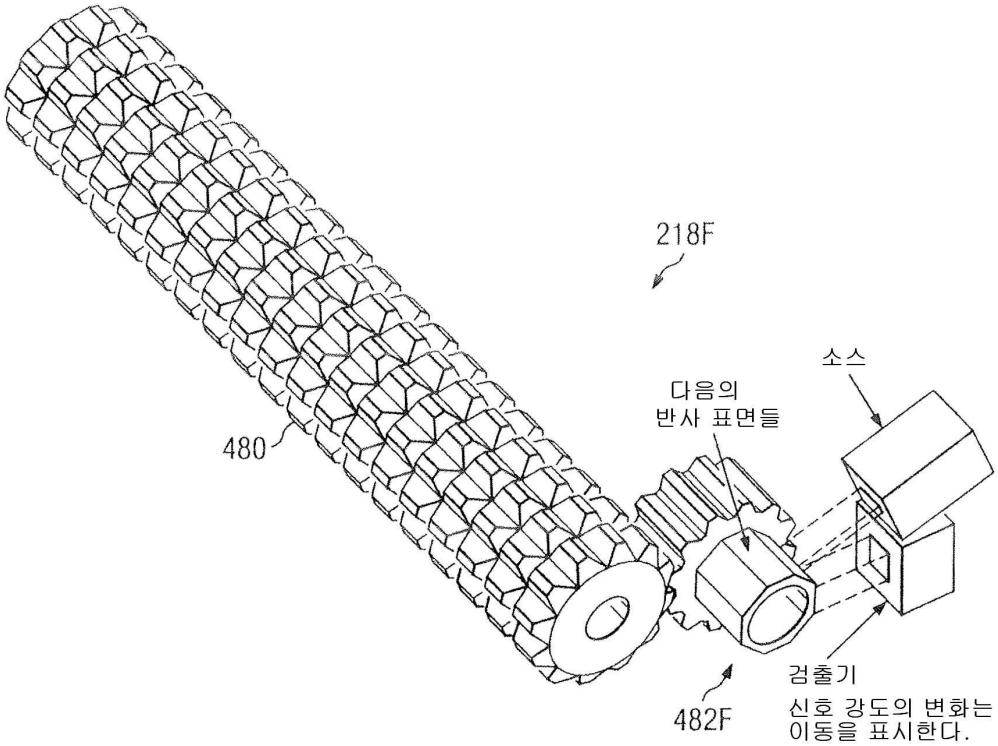
도면48d


218D
482D
480
홀-효과 센서

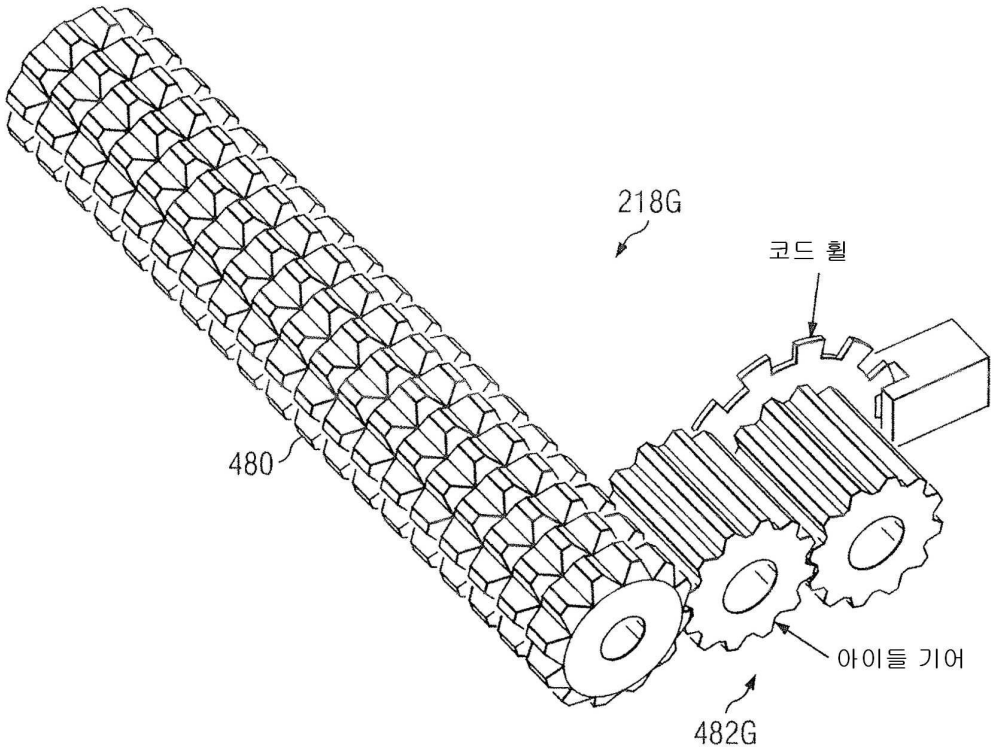
도면48e


218E
PCB 상의 좁은 트레이스는 회전 동안 피크에서 골로의 전도성의 변화를 감지할 수 있는 안테나로서 작용한다.
또한, 안테나를 치료본체로부터 더 멀어지게 이동시키기 위해, 아이들 기어를 가지고 이것을 후방으로 이동시킬 수도 있다.
480
482E
Hi 유전율 재 롤러

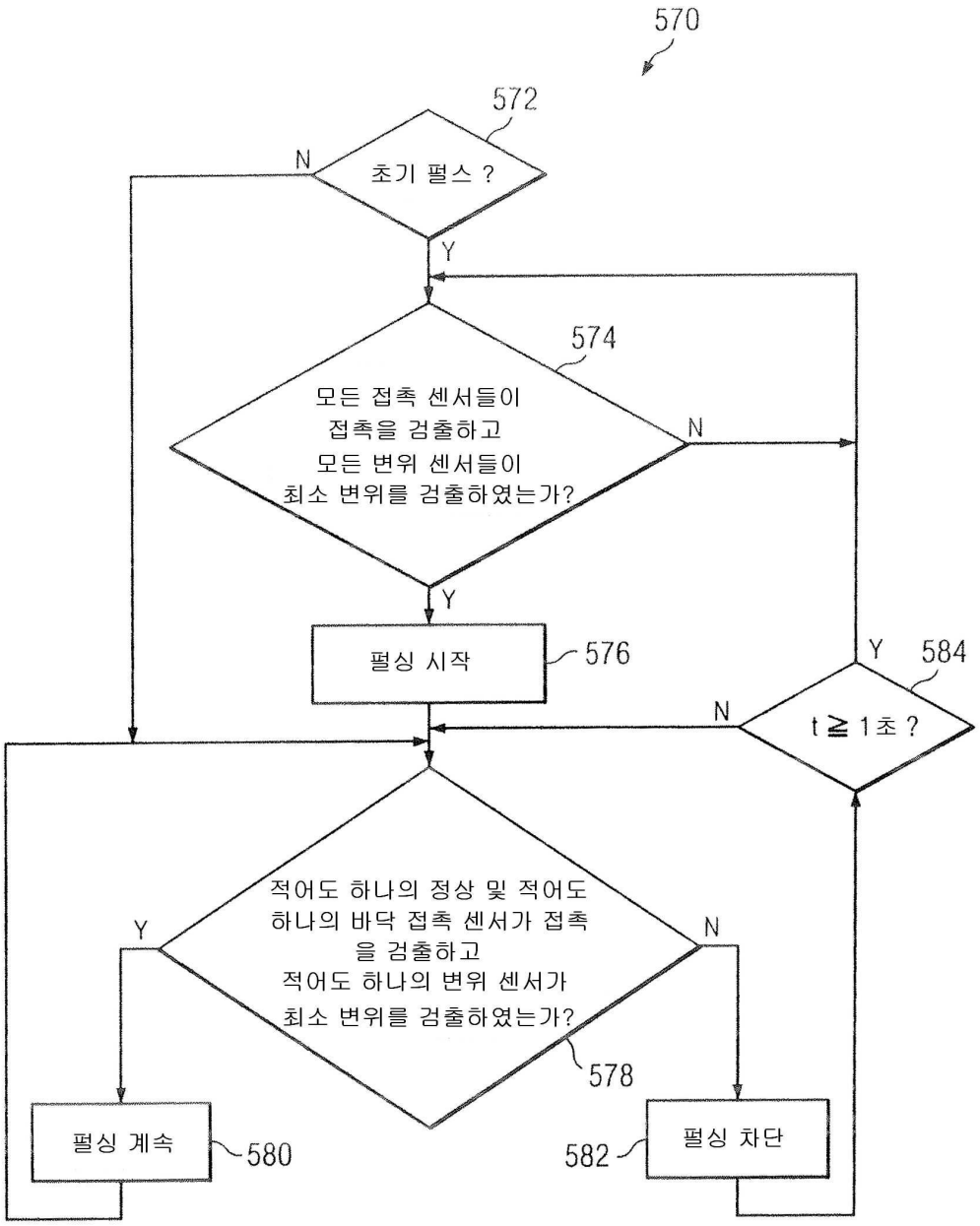
도면48f


218F
소스
다음의
반사 표면들
480
검출기
신호 강도의 변화는
이동을 표시한다.
482F

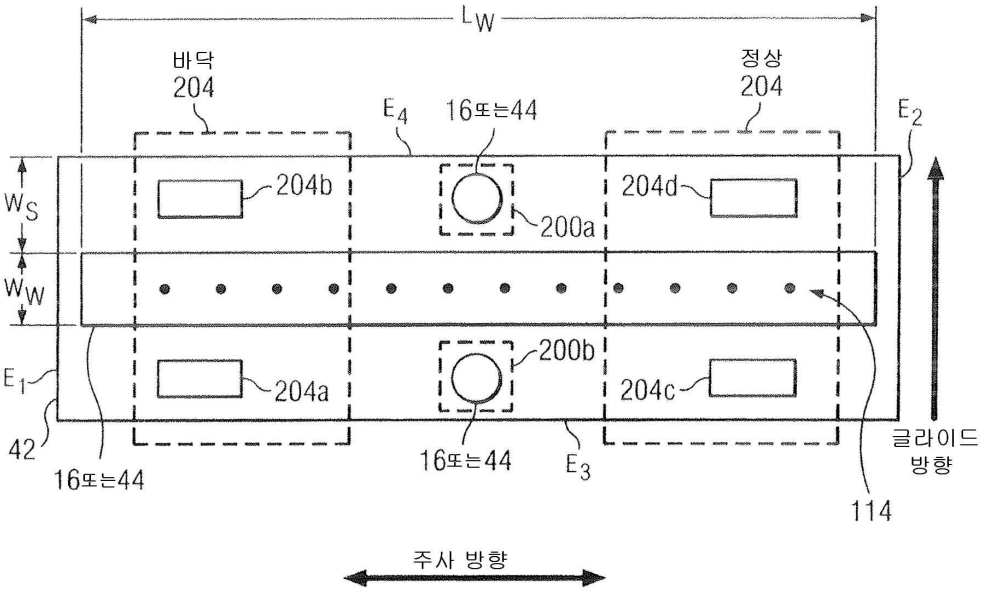
도면48g



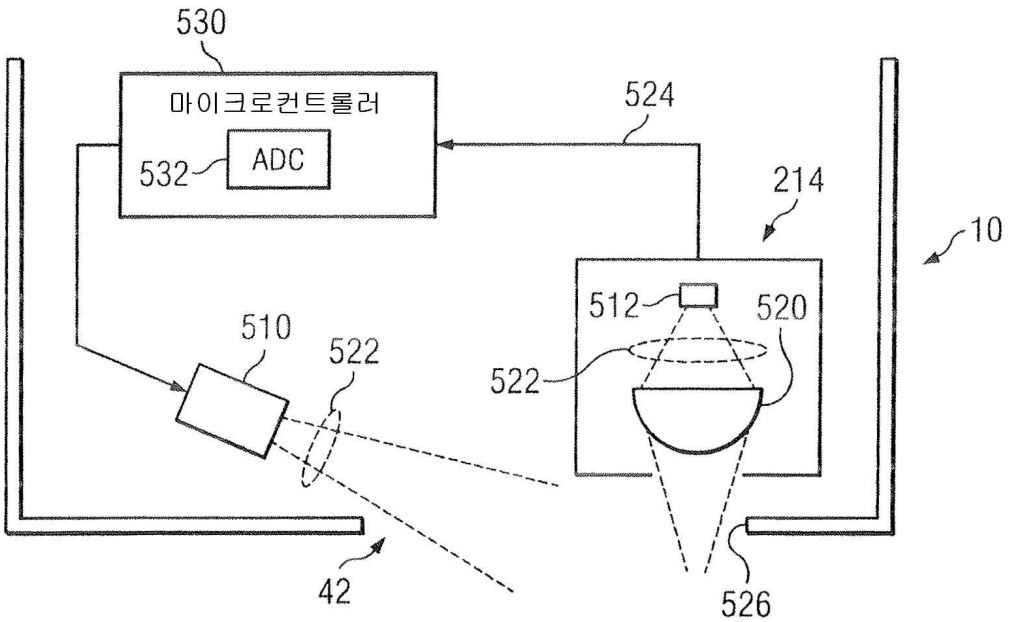
도면49


570
572
초기 펄스 ?
N
Y
574
모든 접촉 센서들이
접촉을 검출하고
모든 변위 센서들이
최소 변위를 검출하였는가?
N
Y
펄싱 시작
576
Y
584
t ≧ 1초 ?
N
적어도 하나의 정상 및 적어도
하나의 바닥 접촉 센서가 접촉
을 검출하고
적어도 하나의 변위 센서가
최소 변위를 검출하였는가?
578
Y
N
펄싱 계속
580
582
펄싱 차단

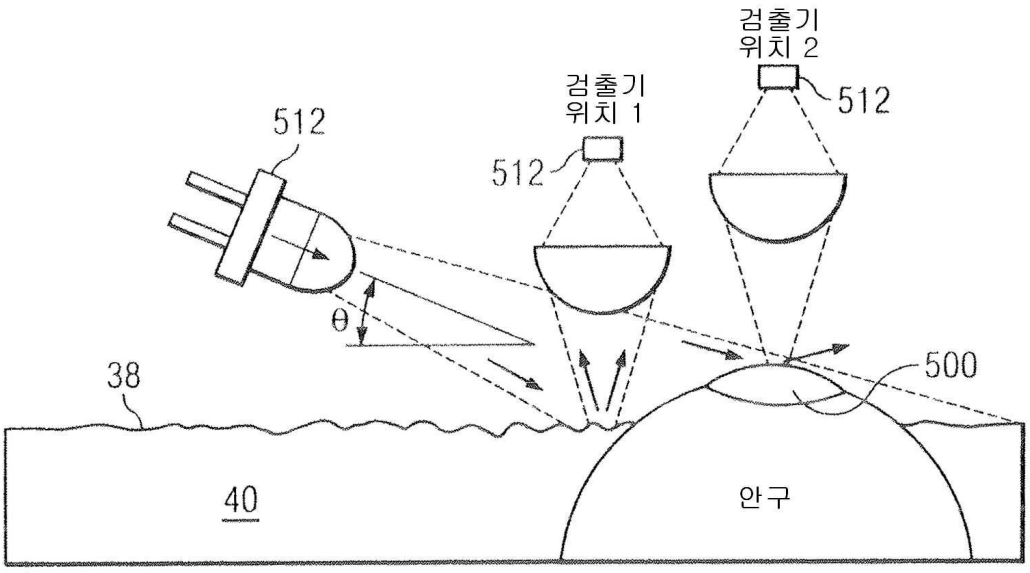
도면50


L_W
바닥
204
정상
204
E_4
16또는44
E_2
204b
204d
200a
W_S
W_W
200b
E_1
204a
204c
42
16또는44
16또는44
E_3
114
글라이드
방향
주사 방향

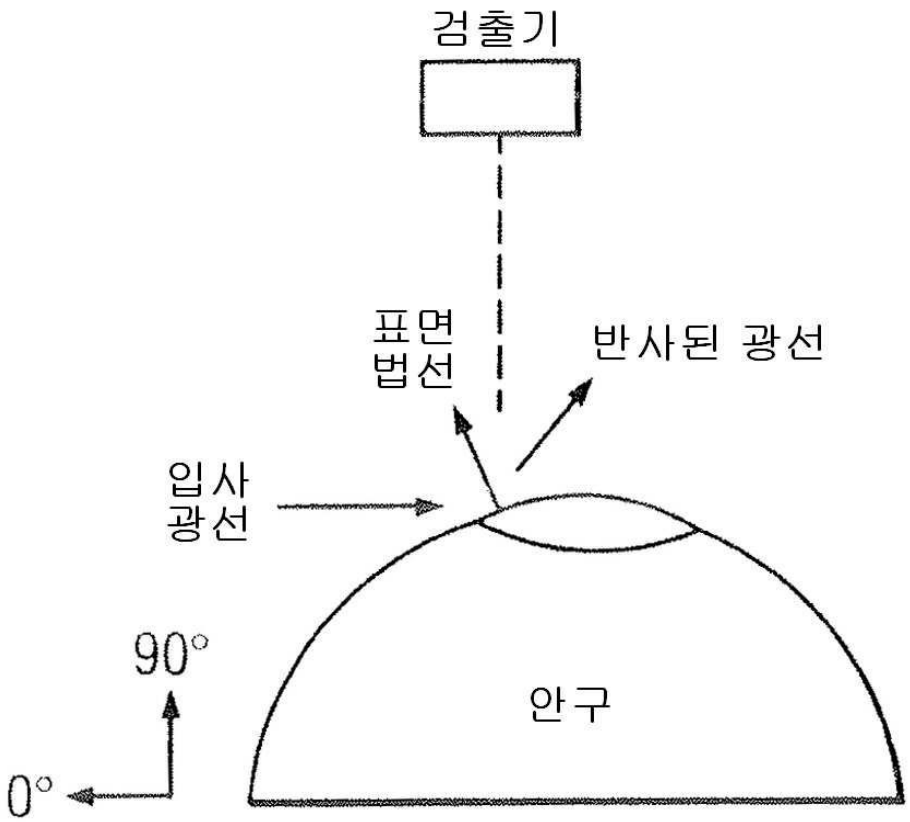
도면51a


530
마이크로컨트롤러
524
532
ADC
214
10
512
520
510
522
522
42
526

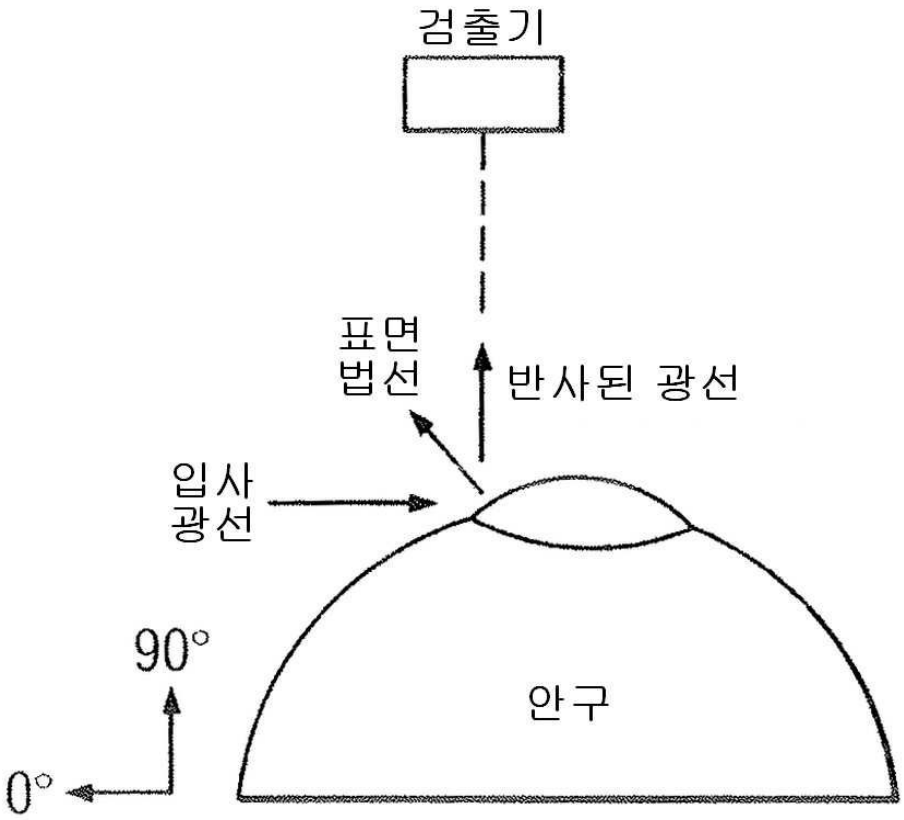
도면51b


검출기
위치 2
512
검출기
위치 1
512
512
θ
38
500
40
안구

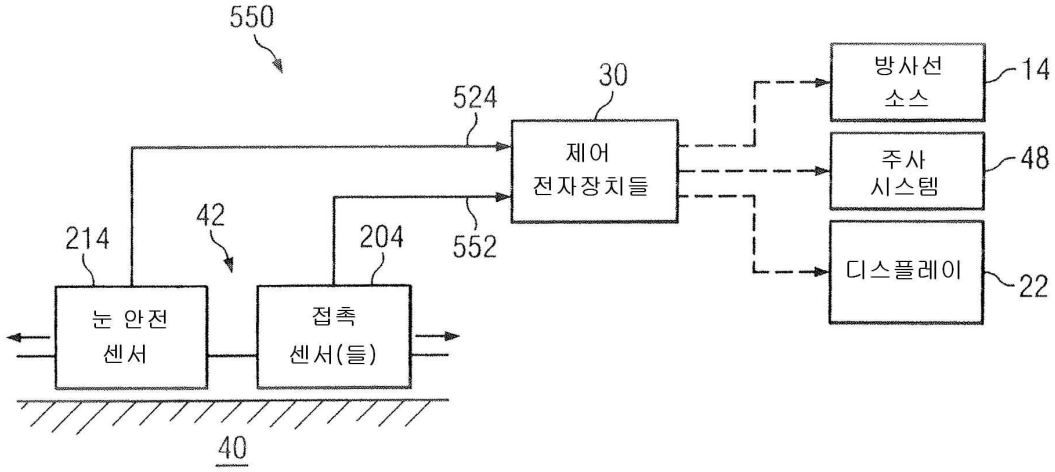
도면51c


검출기
표면
법선
반사된 광선
입사
광선
90°
0°
안구

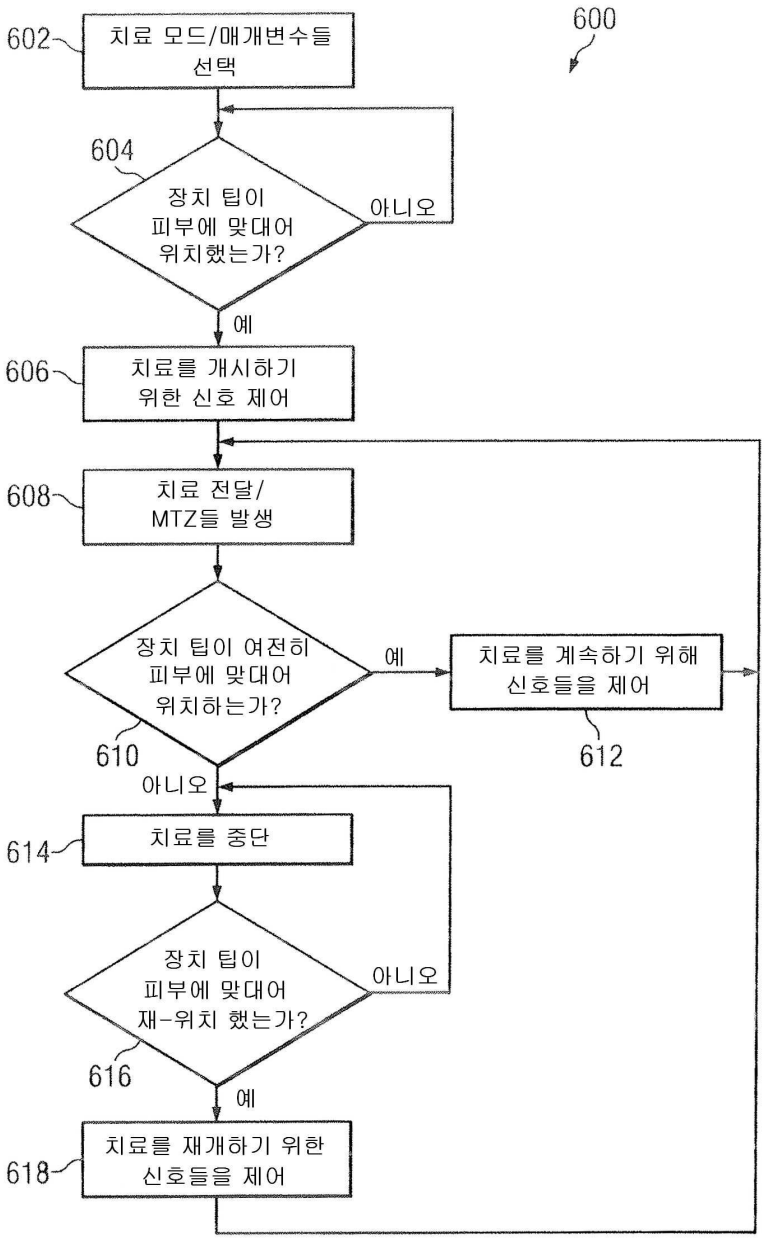
도면51d


검출기
표면
법선
반사된 광선
입사
광선
90°
0°
안구

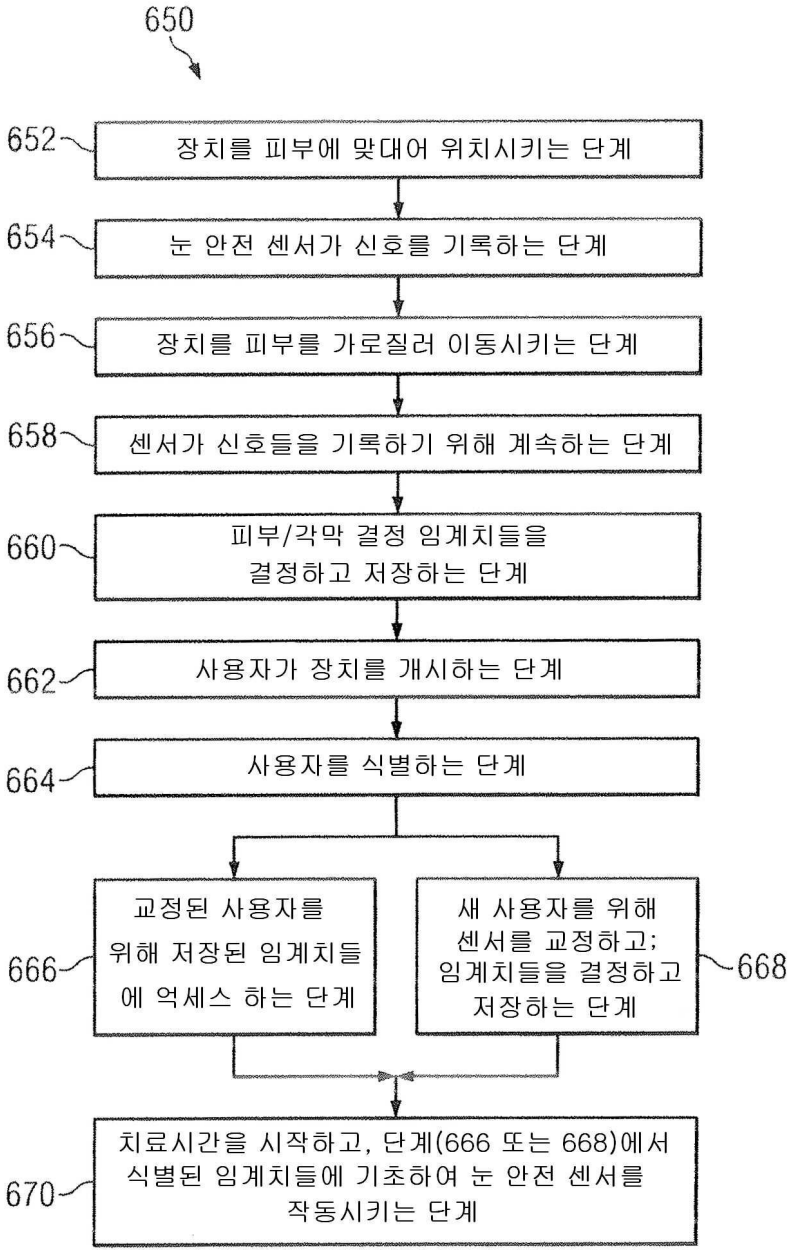
도면52


550
524
30
방사선
소스
14
제어
전자장치들
주사
시스템
48
42
214
204
552
디스플레이
22
눈 안전
센서
접촉
센서(들)
40

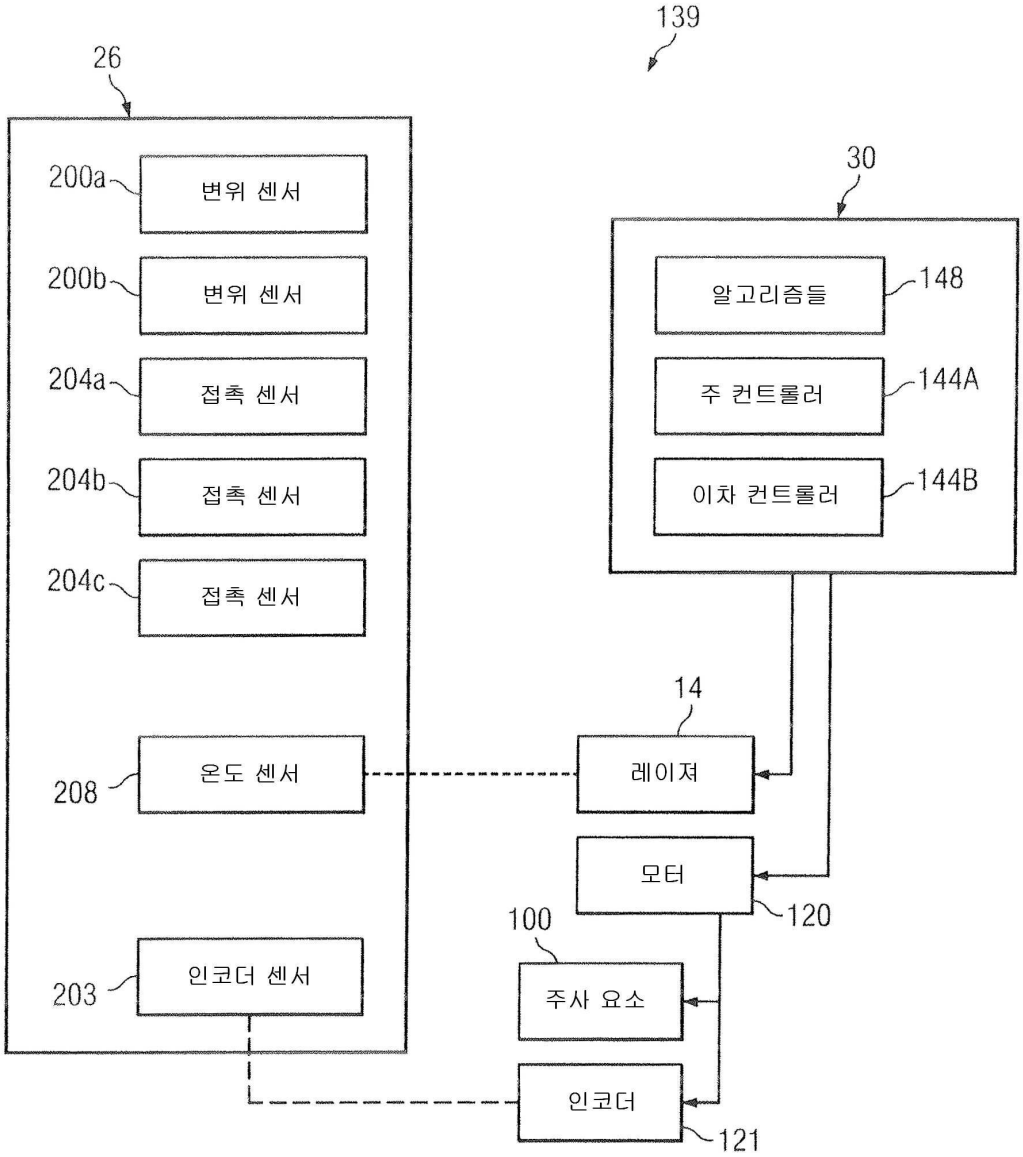
도면53


600
602
치료 모드/매개변수들 선택
604
장치 팁이 피부에 맞대어 위치했는가?
아니오
예
606
치료를 개시하기 위한 신호 제어
608
치료 전달/ MTZ들 발생
장치 팁이 여전히 피부에 맞대어 위치하는가?
610
예
치료를 계속하기 위해 신호들을 제어
612
아니오
614
치료를 중단
장치 팁이 피부에 맞대어 재-위치 했는가?
616
아니오
예
618
치료를 재개하기 위한 신호들을 제어

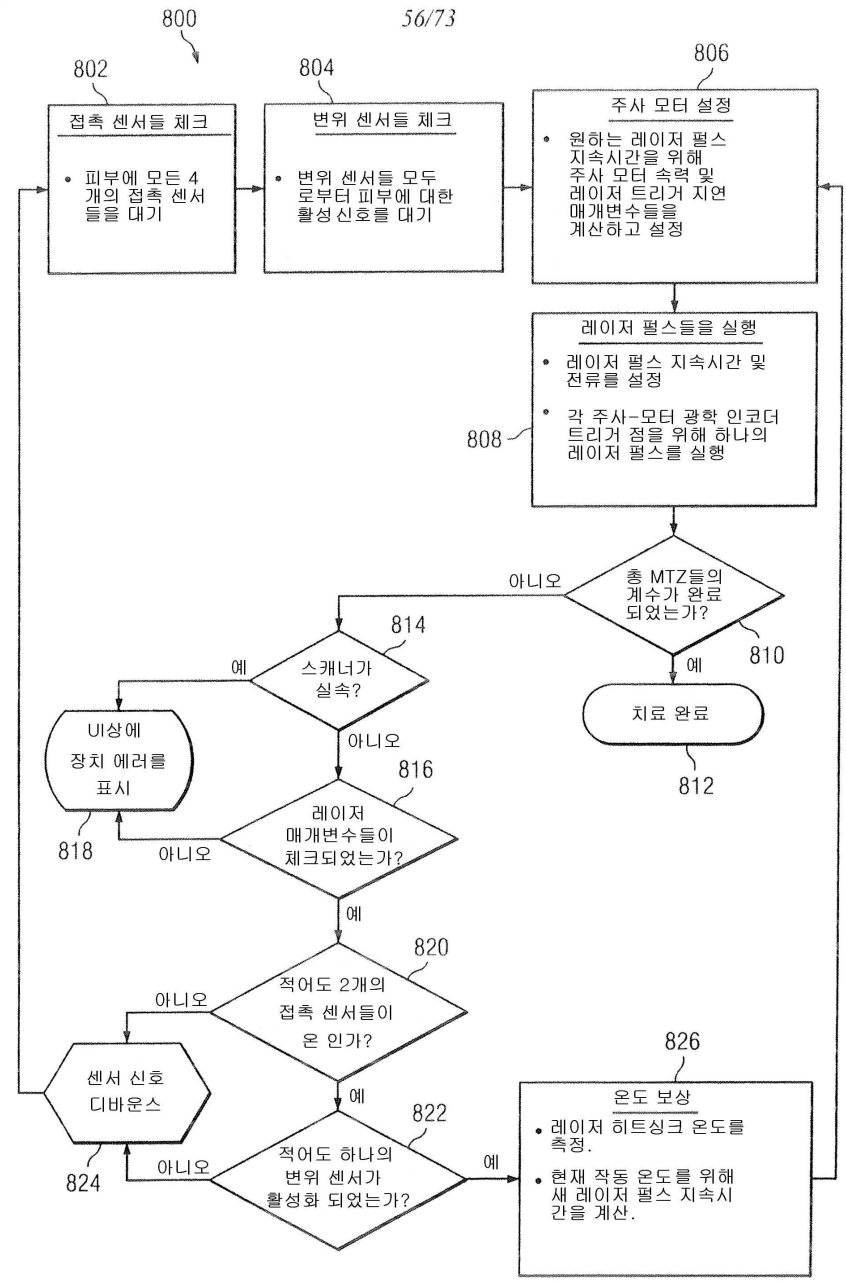
도면54


650
652
장치를 피부에 맞대어 위치시키는 단계
654
눈 안전 센서가 신호를 기록하는 단계
656
장치를 피부를 가로질러 이동시키는 단계
658
센서가 신호들을 기록하기 위해 계속하는 단계
660
피부/각막 결정 임계치들을
결정하고 저장하는 단계
662
사용자가 장치를 개시하는 단계
664
사용자를 식별하는 단계
666
교정된 사용자를
위해 저장된 임계치들
에 억세스 하는 단계
668
새 사용자를 위해
센서를 교정하고;
임계치들을 결정하고
저장하는 단계
670
치료시간을 시작하고, 단계(666 또는 668)에서
식별된 임계치들에 기초하여 눈 안전 센서를
작동시키는 단계

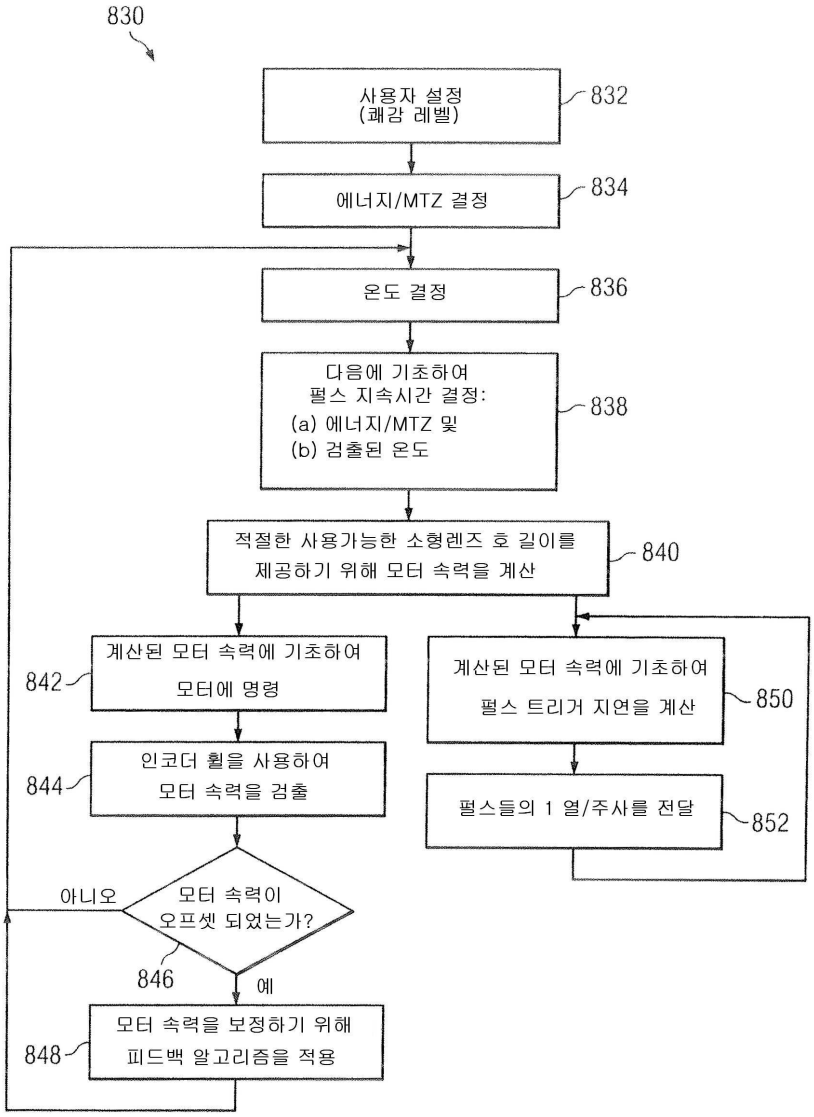
도면55


139
26
30
200a
변위 센서
200b
변위 센서
204a
접촉 센서
204b
접촉 센서
204c
접촉 센서
208
온도 센서
203
인코더 센서
알고리즘들
148
주 컨트롤러
144A
이차 컨트롤러
144B
14
레이저
모터
120
100
주사 요소
인코더
121

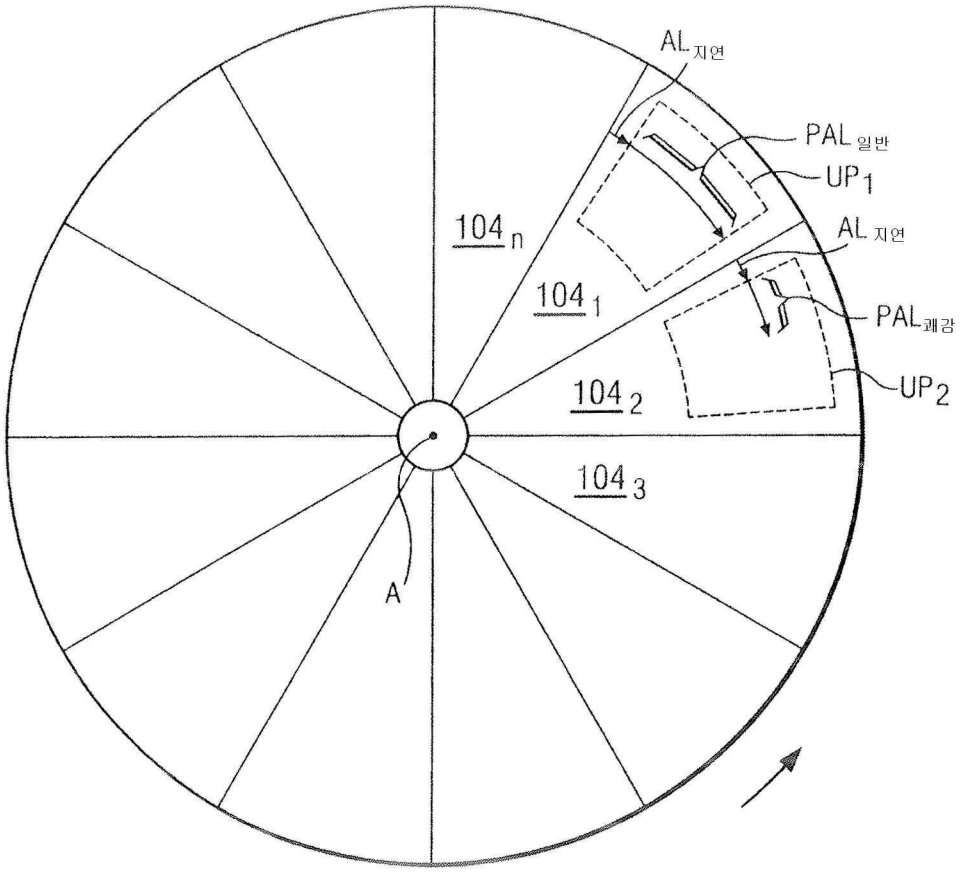
도면56


800
56/73
802
접촉 센서들 체크
• 피부에 모든 4 개의 접촉 센서들을 대기
804
변위 센서들 체크
• 변위 센서들 모두로부터 피부에 대한 활성신호를 대기
806
주사 모터 설정
• 원하는 레이저 펄스 지속시간을 위해 주사 모터 속력 및 레이저 트리거 지연 매개변수들을 계산하고 설정
레이저 펄스들을 실행
• 레이저 펄스 지속시간 및 전류를 설정
• 각 주사-모터 광학 인코더 트리거 점을 위해 하나의 레이저 펄스를 실행
808
총 MTZ들의 계수가 완료 되었는가?
810
아니오
예
치료 완료
812
814
스캐너가 실속?
예
아니오
UI상에 장치 에러를 표시
818
816
레이저 매개변수들이 체크되었는가?
아니오
예
820
적어도 2개의 접촉 센서들이 온 인가?
아니오
예
센서 신호 디바운스
824
822
적어도 하나의 변위 센서가 활성화 되었는가?
아니오
예
826
온도 보상
• 레이저 히트싱크 온도를 측정.
• 현재 작동 온도를 위해 새 레이저 펄스 지속시간을 계산.

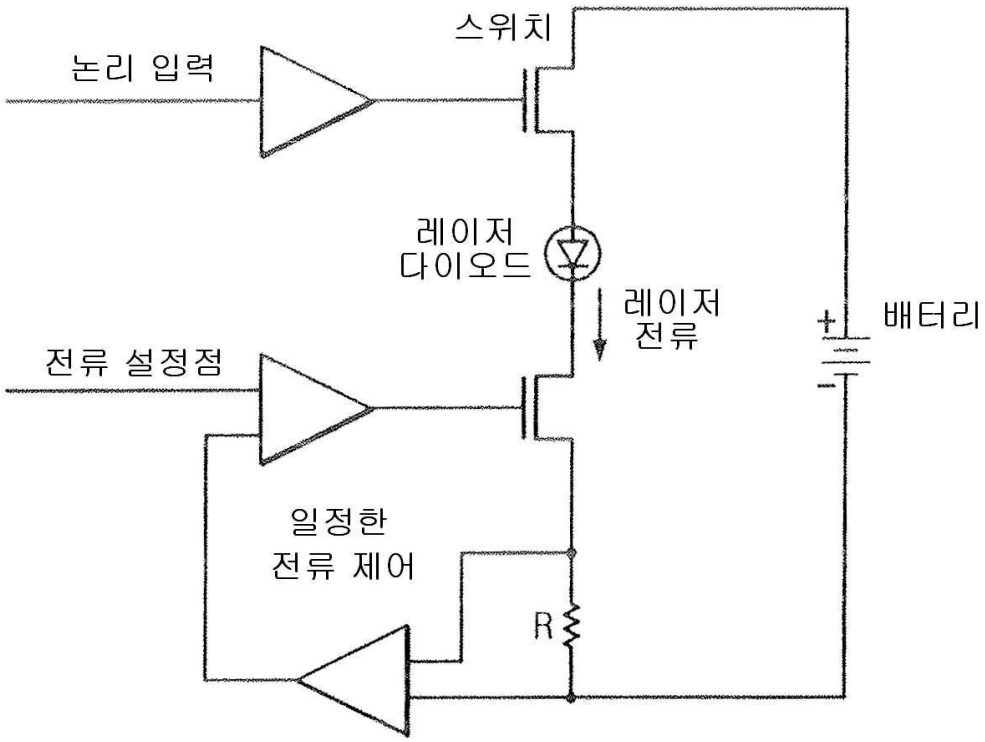
도면57a


830
사용자 설정
(쾌감 레벨)
832
에너지/MTZ 결정
834
온도 결정
836
다음에 기초하여
펄스 지속시간 결정:
(a) 에너지/MTZ 및
(b) 검출된 온도
838
적절한 사용가능한 소형렌즈 호 길이를
제공하기 위해 모터 속력을 계산
840
계산된 모터 속력에 기초하여
모터에 명령
842
인코더 휠을 사용하여
모터 속력을 검출
844
모터 속력이
오프셋 되었는가?
846
아니오
예
모터 속력을 보정하기 위해
피드백 알고리즘을 적용
848
계산된 모터 속력에 기초하여
펄스 트리거 지연을 계산
850
펄스들의 1 열/주사를 전달
852

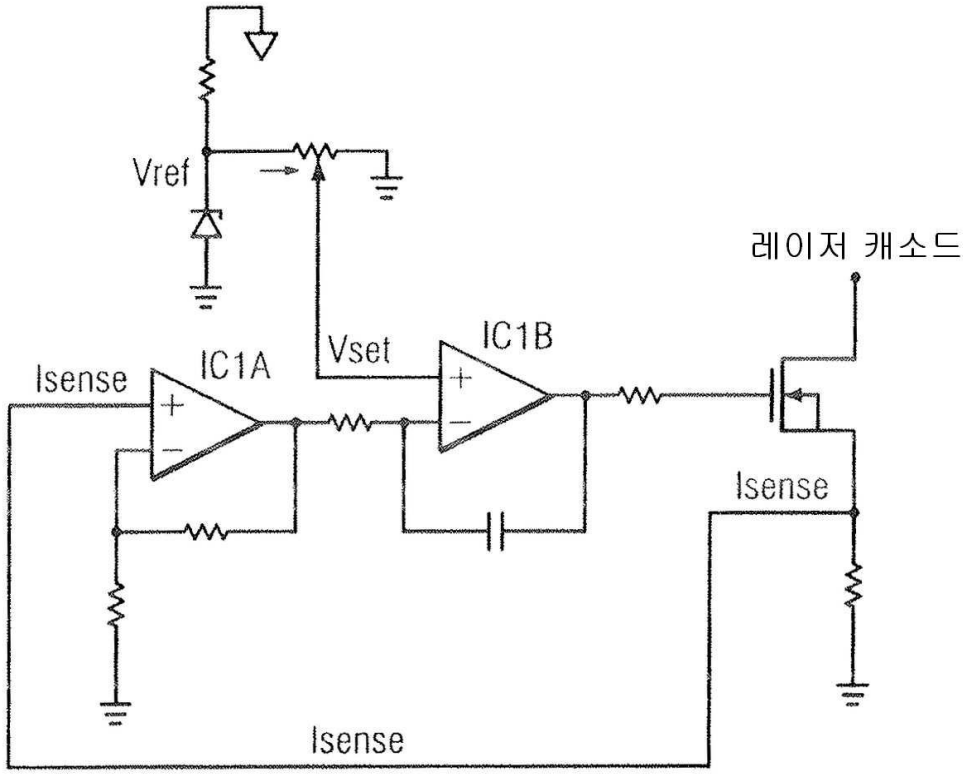
도면57b


AL 지연
PAL 일반
UP1
AL 지연
PAL 괘감
UP2
104n
1041
1042
1043
A

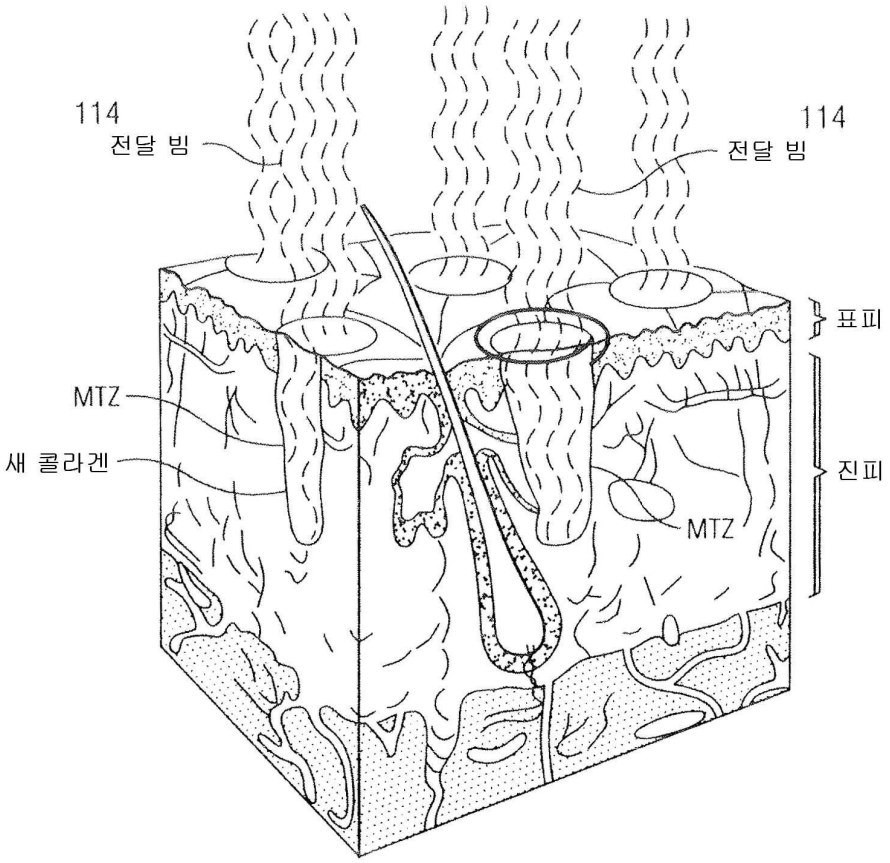
도면58


스위치
논리 입력
레이저
다이오드
레이저
전류
배터리
전류 설정점
일정한
전류 제어
R

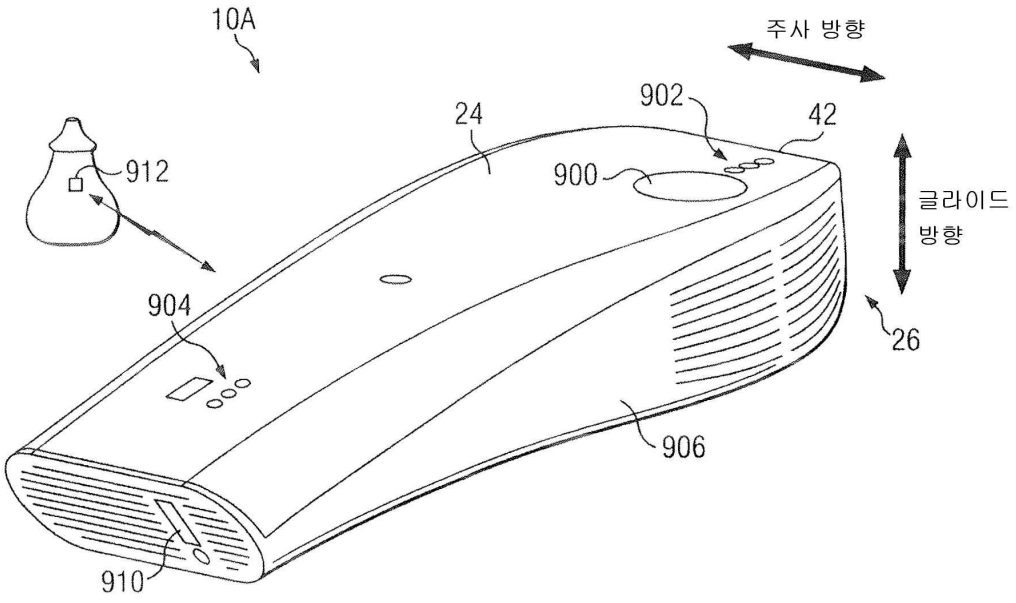
도면59



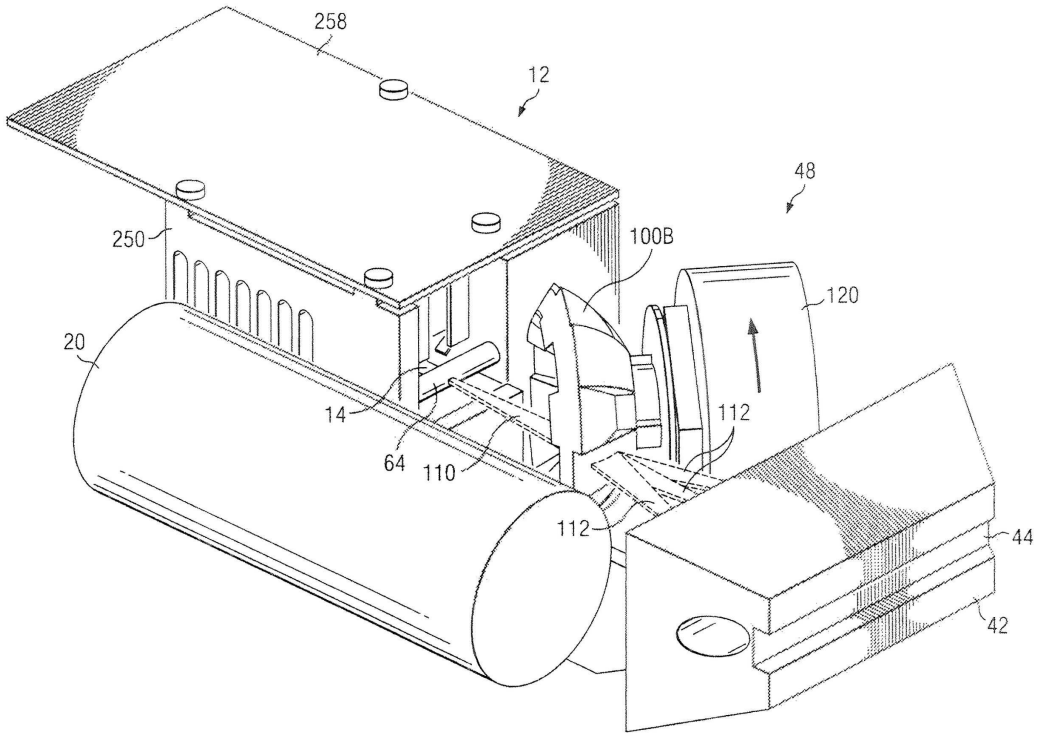
도면60


114
전달 빔
114
전달 빔
표피
진피
MTZ
새 콜라겐
MTZ

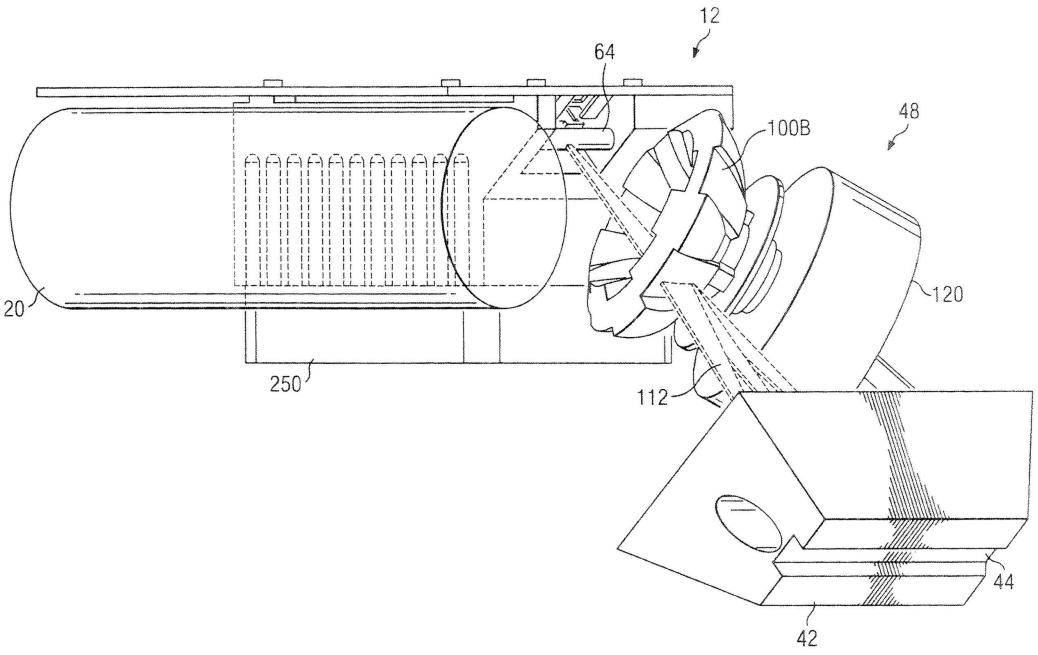
도면61


10A
주사 방향
24
902
42
912
900
글라이드
방향
904
26
906
910

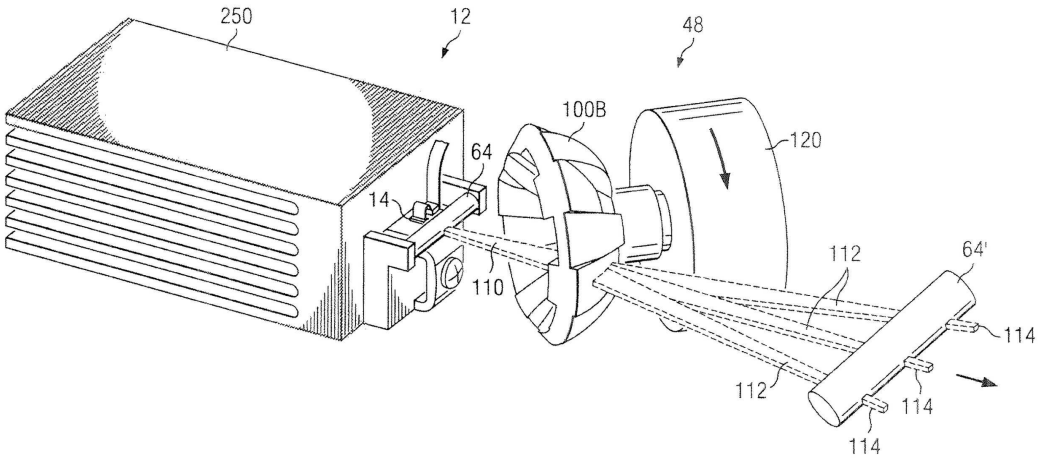
도면62a


258
12
48
250
100B
120
20
14
112
64
110
112
44
42

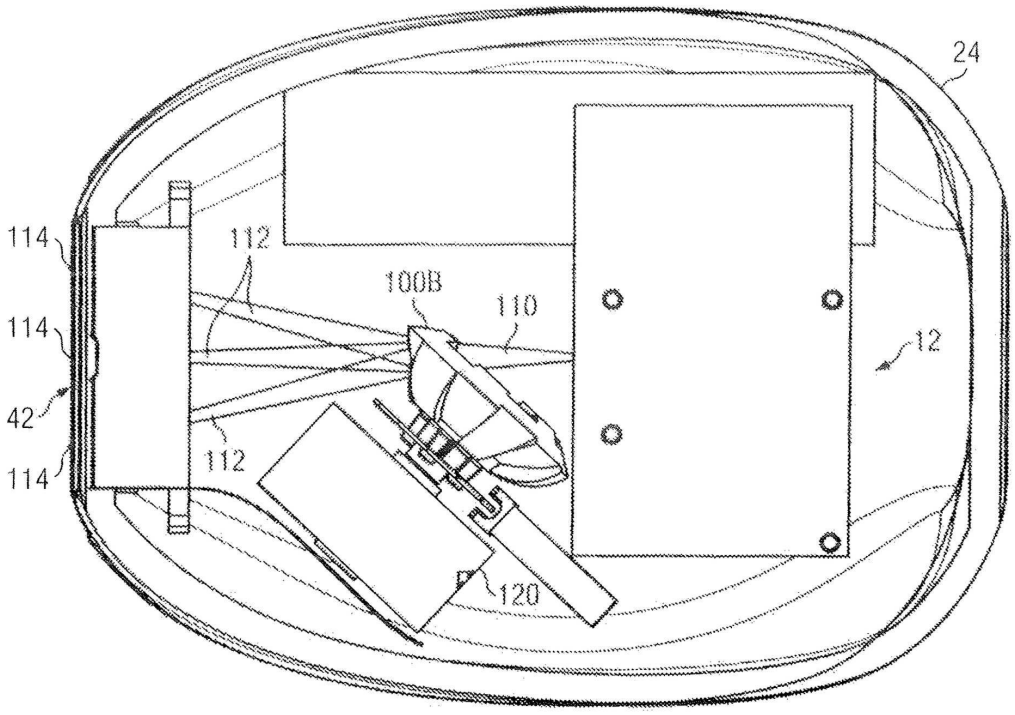
도면62b


12
64
48
100B
120
20
250
112
44
42

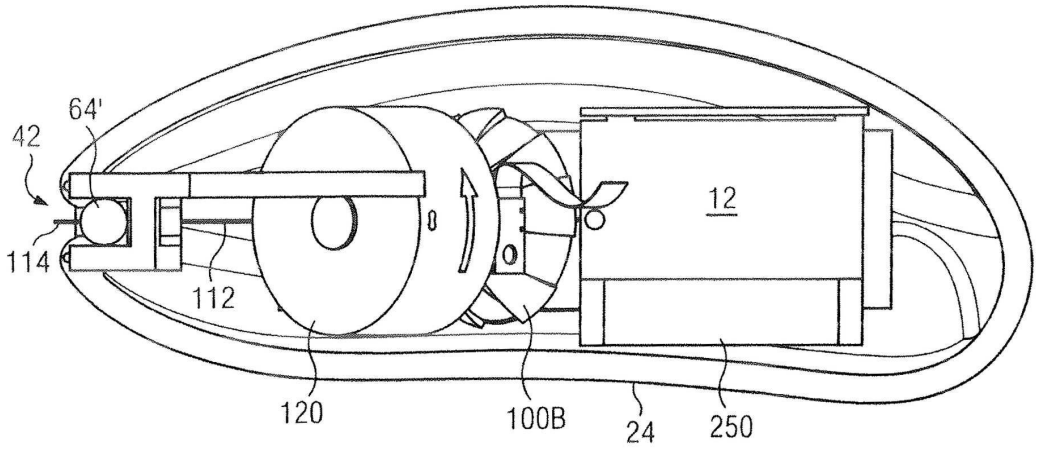
도면63


250
12
48
100B
120
64
14
110
112
64'
114
112
114
114

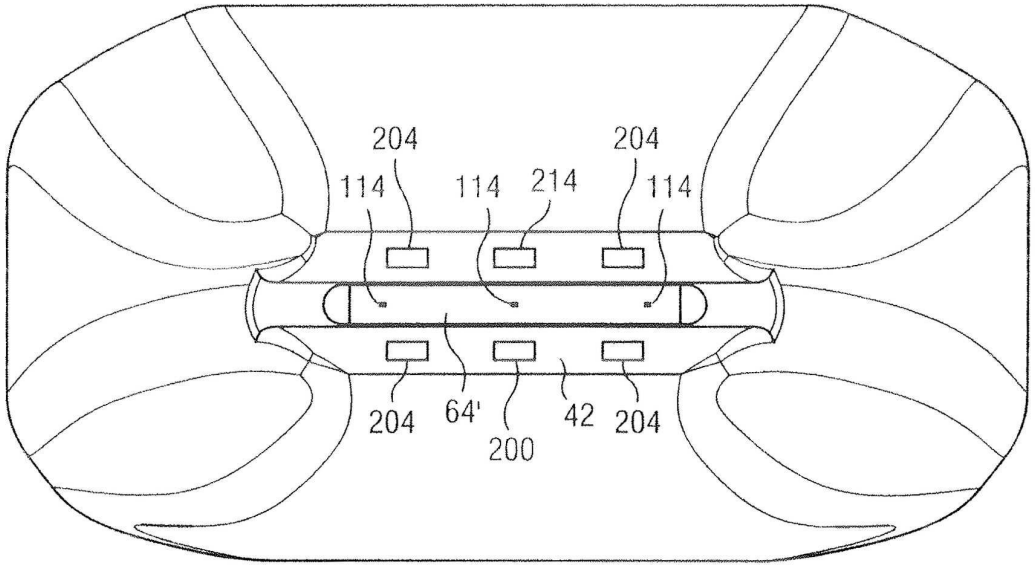
도면64a


24
114
112
100B
110
114
12
42
112
114
120

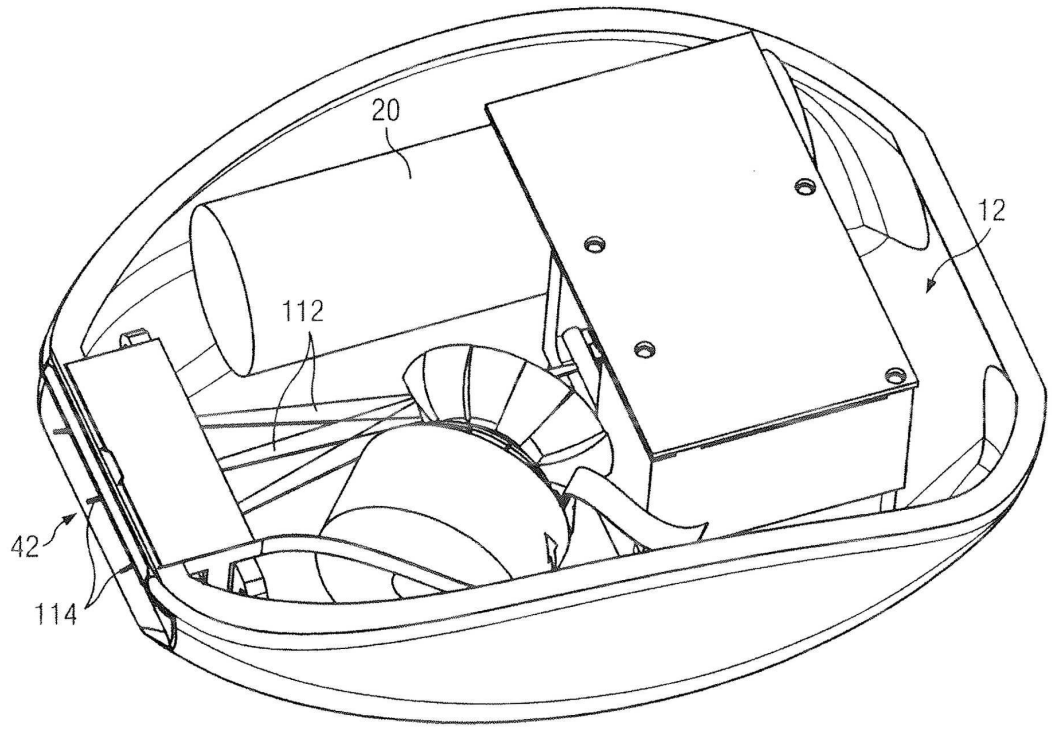
도면64b


64'
42
114
112
120
100B
24
250
12

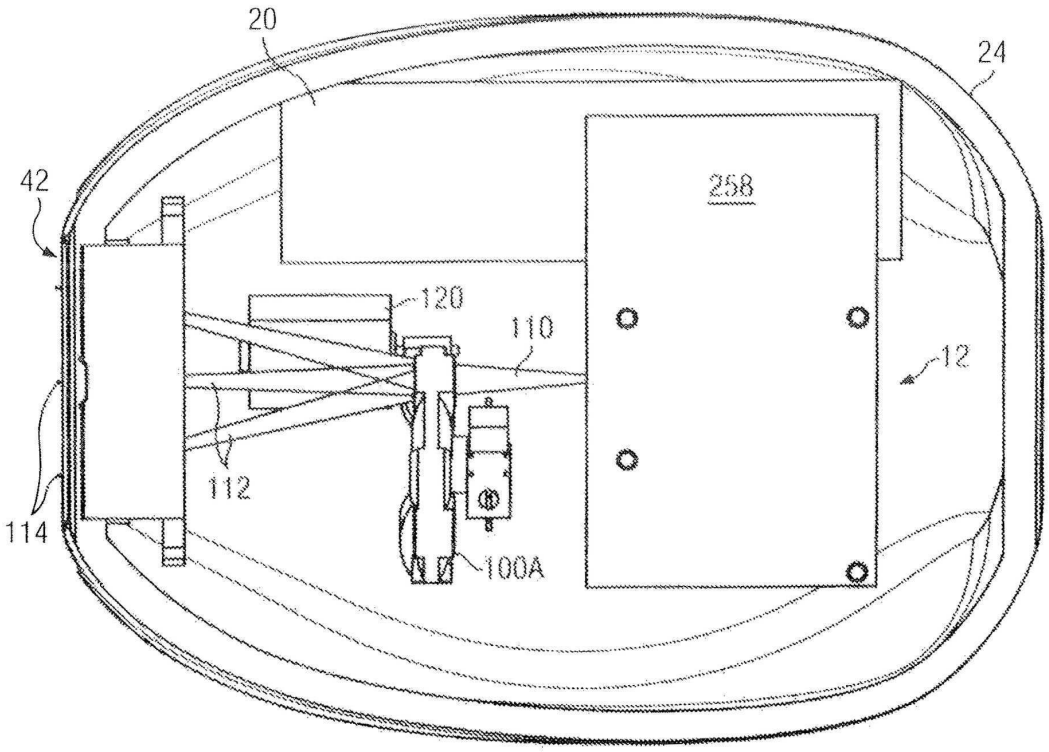
도면64c


204
114
114
214
204
114
204
64'
200
42
204

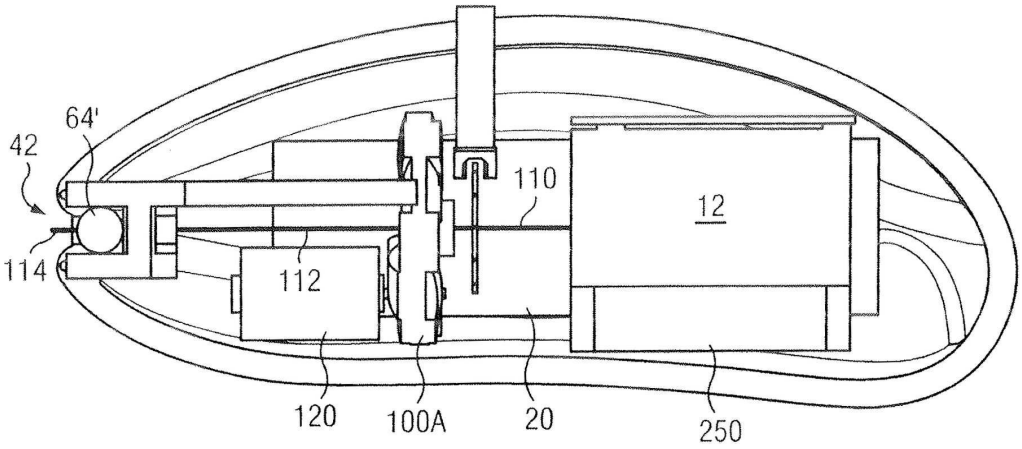
도면64d



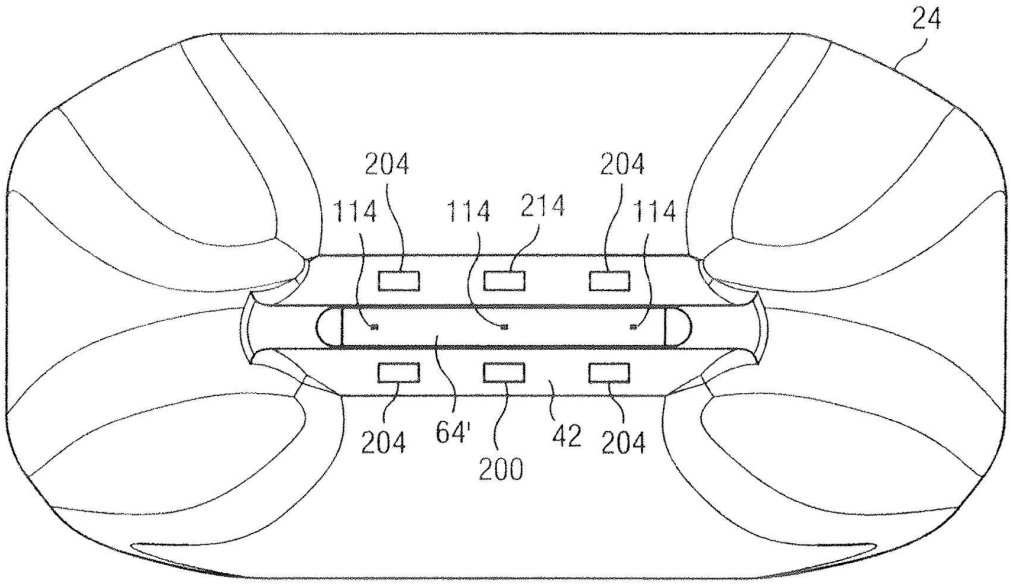
도면65a



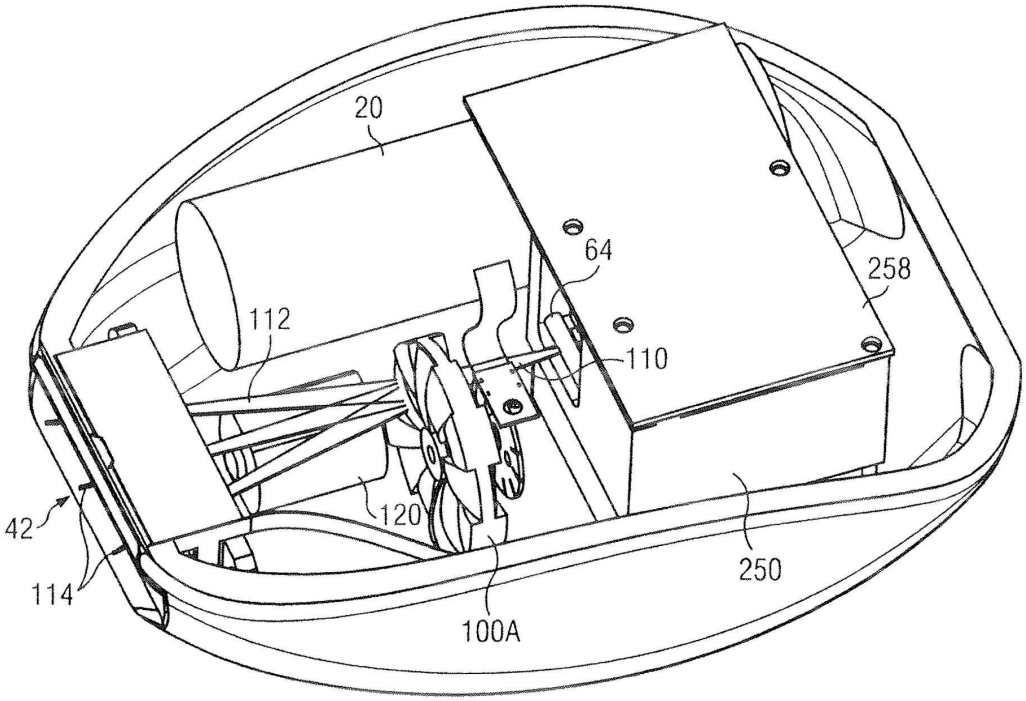
도면65b


64'
42
114
112
110
12
120
100A
20
250

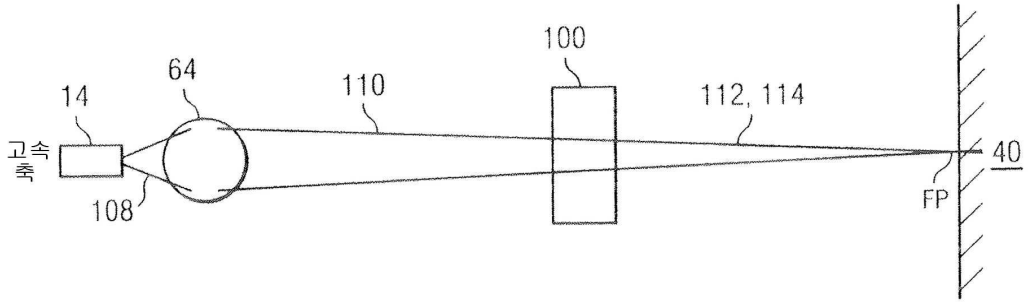
도면65c


24
204
114
114
214
204
114
204
64'
200
42
204

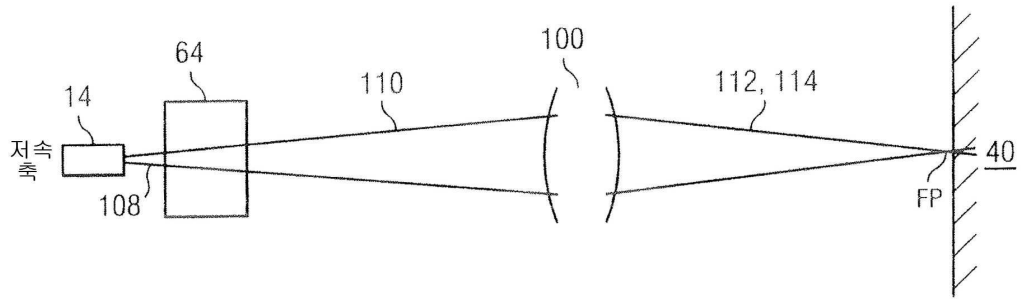
도면65d



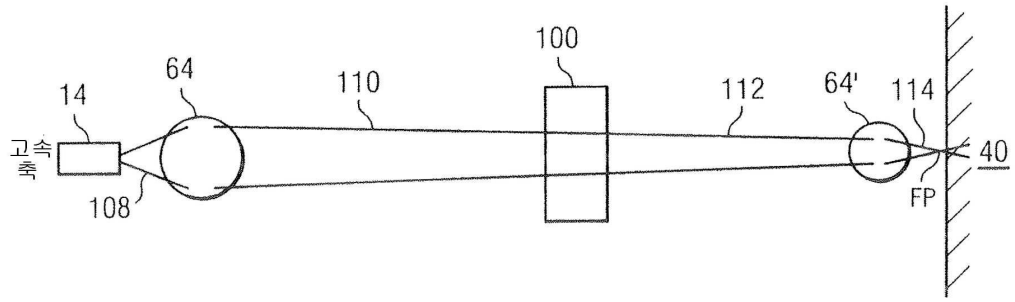
도면66a



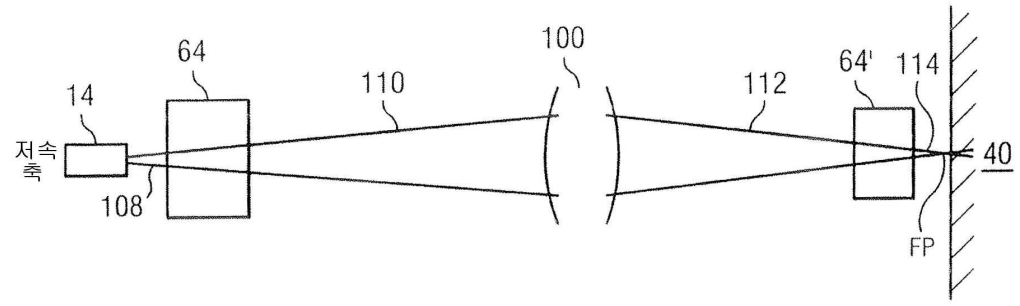
도면66b



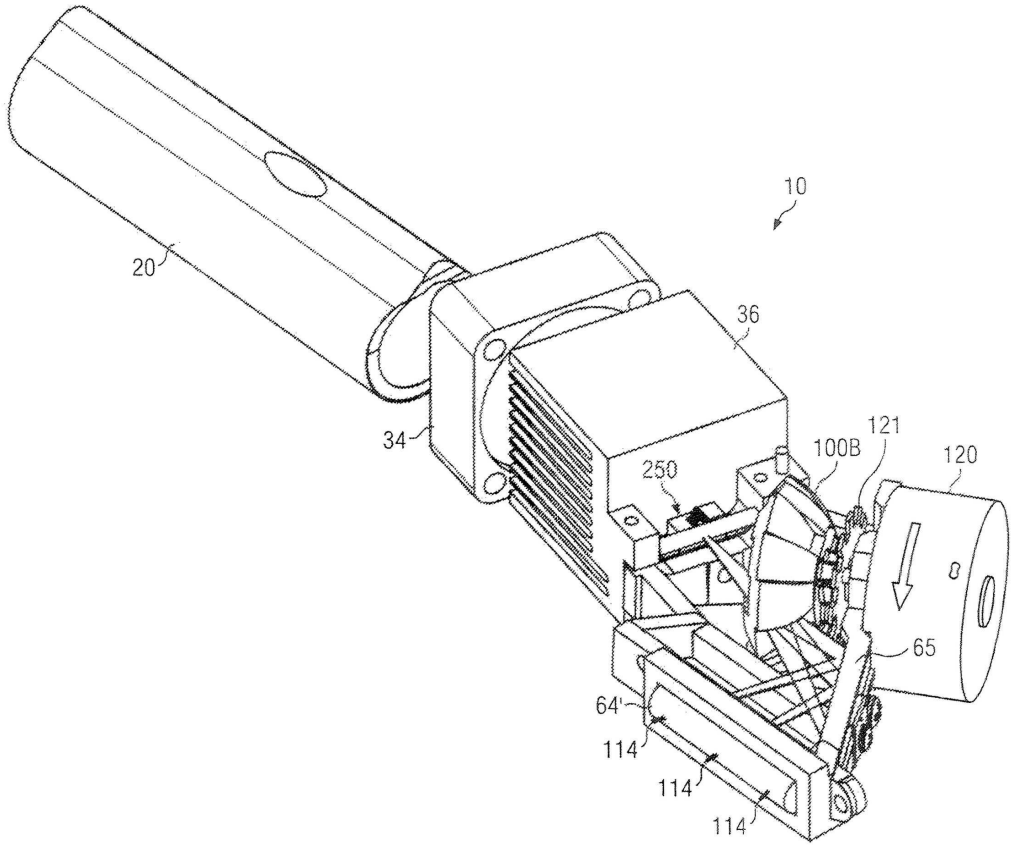
도면67a



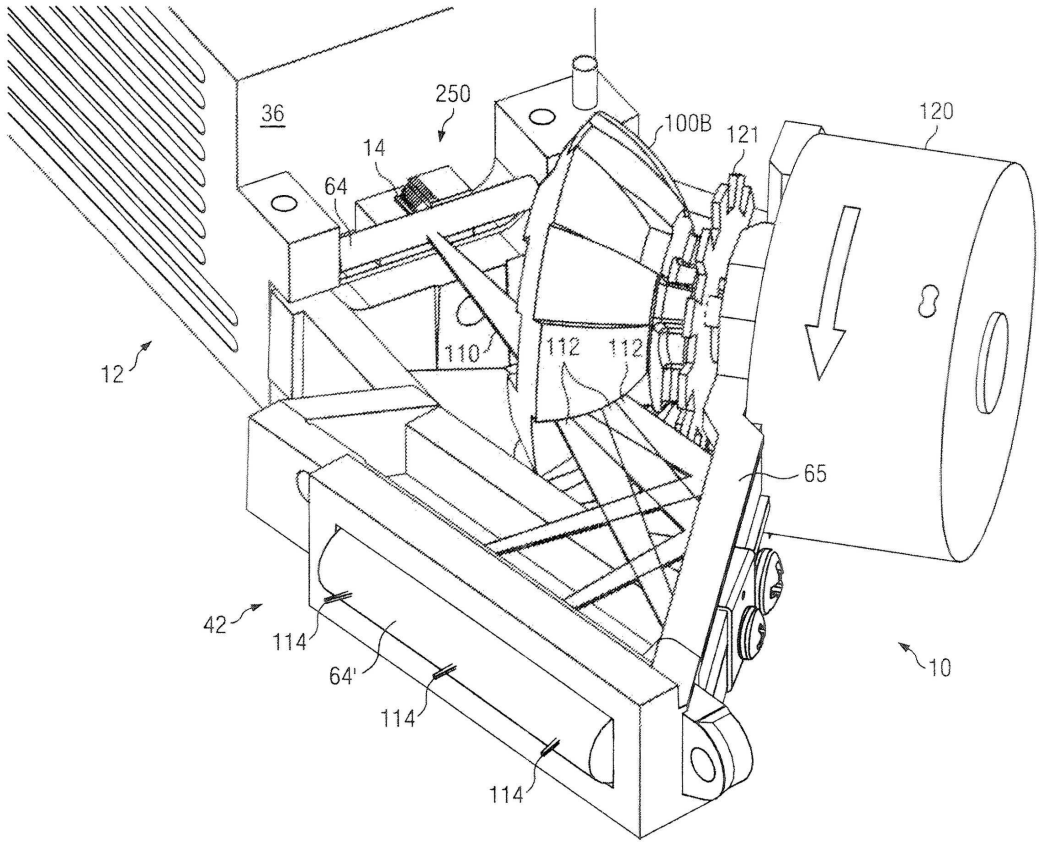
도면67b



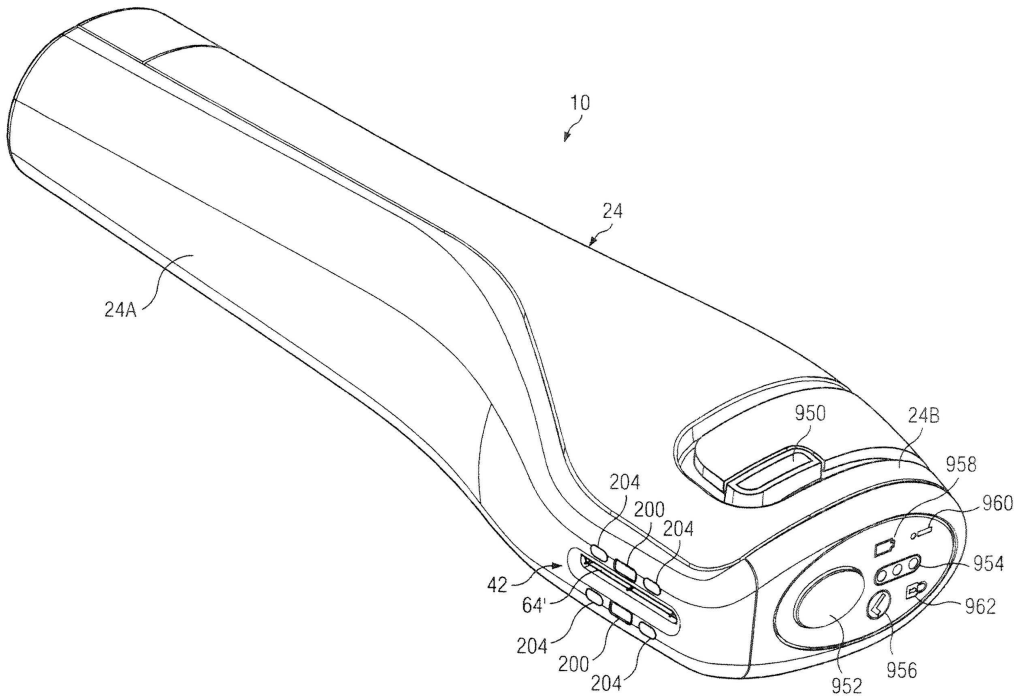
도면68a



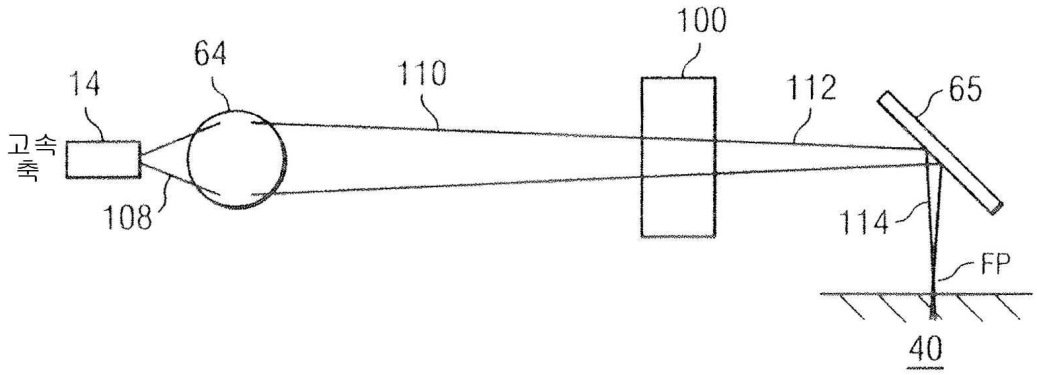
도면68b


36
250
14
64
100B
121
120
110
112
112
12
65
42
114
64'
114
114
10

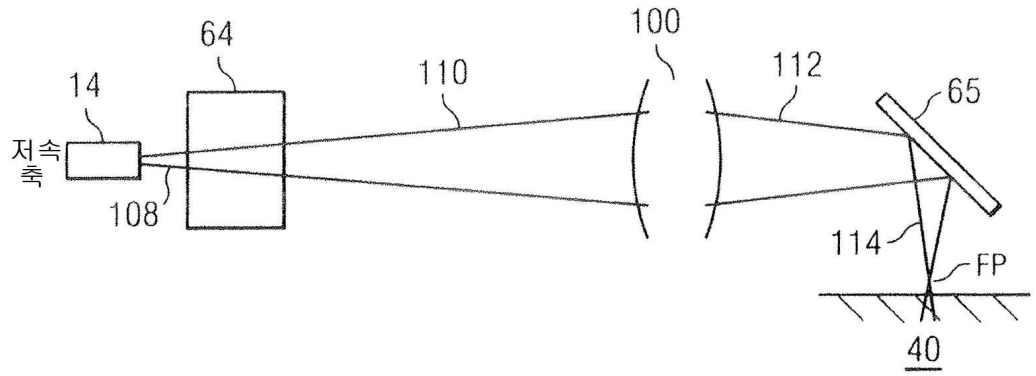
도면68c


10
24
24A
950
24B
958
204
200
204
960
954
42
64'
962
204
200
204
952
956

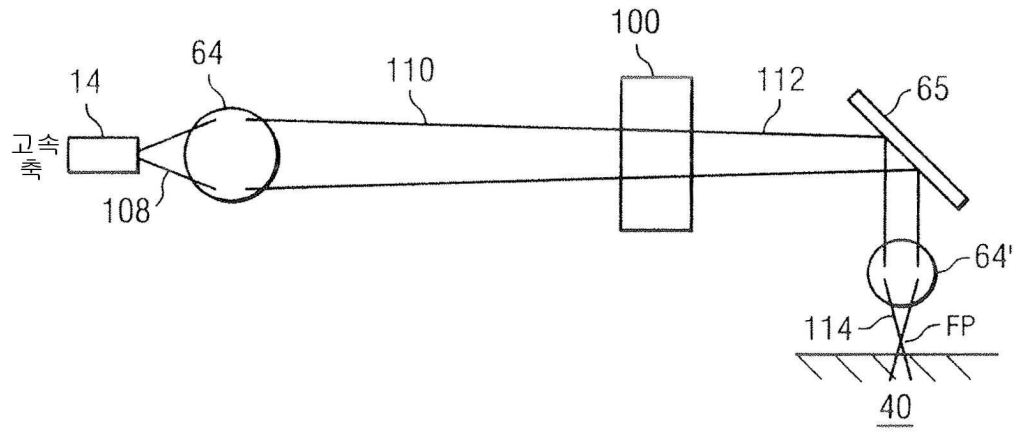
도면69a



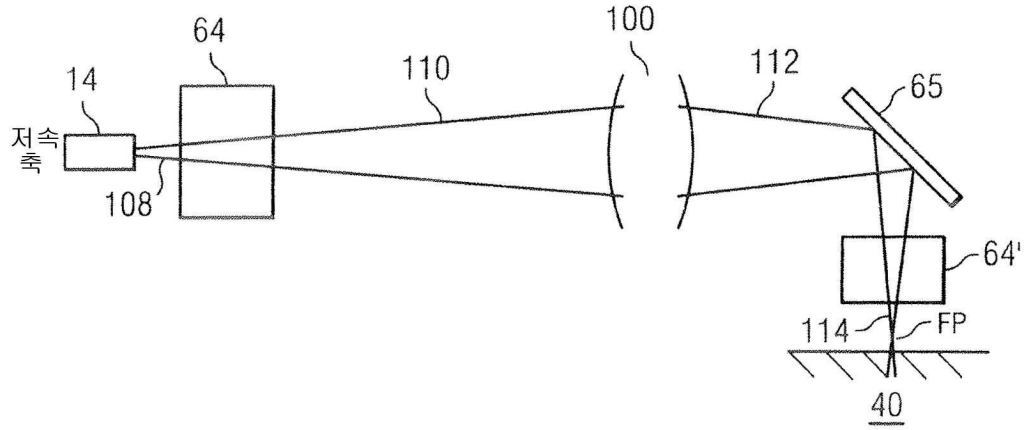
도면69b



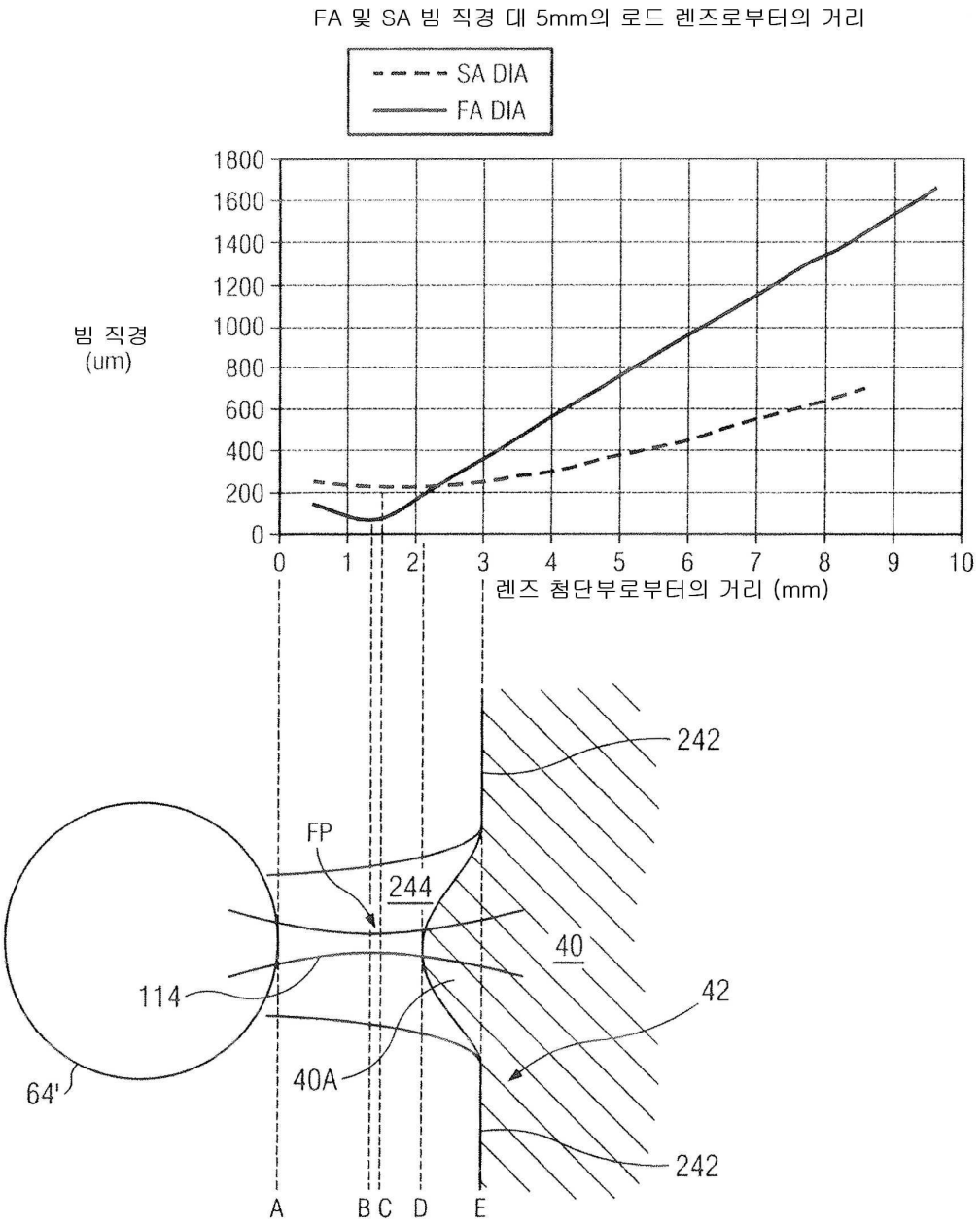
도면70a



도면70b



도면71


FA 및 SA 빔 직경 대 5mm의 로드 렌즈로부터의 거리
SA DIA
FA DIA
빔 직경
(um)
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
렌즈 첨단부로부터의 거리 (mm)
242
FP
244
40
42
114
40A
64'
242
A B C D E