



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0020207
(43) 공개일자 2018년02월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 26/03 (2014.01) B23K 26/04 (2014.01)
B23K 26/06 (2014.01) B23K 26/082 (2014.01)
(52) CPC특허분류
B23K 26/032 (2013.01)
B23K 26/043 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7000548
(22) 출원일자(국제) 2016년06월03일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2018년01월08일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2016/062577
(87) 국제공개번호 WO 2016/206943
국제공개일자 2016년12월29일
(30) 우선권주장
10 2015 109 984.5 2015년06월22일 독일(DE)

(71) 출원인
스캔랩 게엠베하
독일 82178 푸흐하임 지멘스슈트라쎄 2아
(72) 발명자
크리스티안 손너
독일 82178 푸흐하임 지멘스슈트라쎄 2아
마티아스 라베
독일 82178 푸흐하임 지멘스슈트라쎄 2아
(74) 대리인
박재홍

전체 청구항 수 : 총 15 항

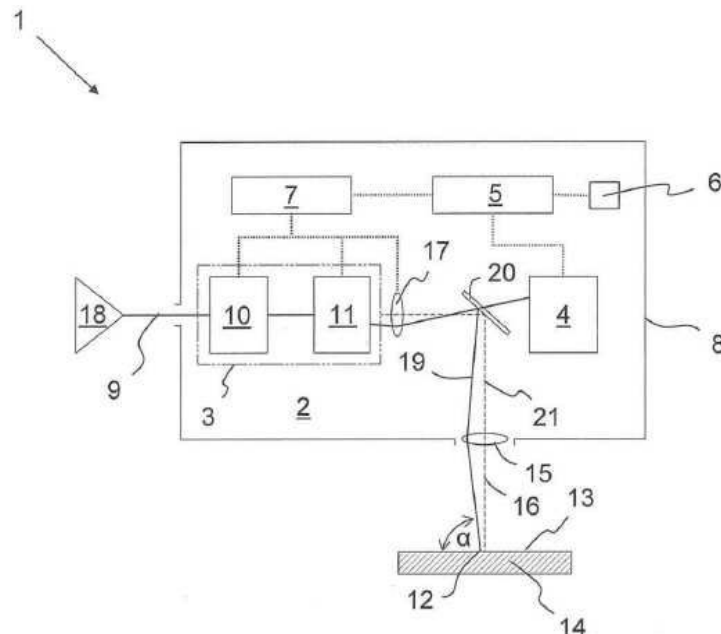
(54) 발명의 명칭 빔 포지션 센서가 통합된 스캐너 헤드 및 오프라인 조정용 조정 장치

(57) 요약

본 발명은 집속 광학계(15)와 레이저 빔(9)의 전파 방향으로 상기 집속 광학계(15)의 상류에 위치하여 레이저 빔 포지션에 영향을 주는 빔 포지션 시스템(3)을 갖는 레이저 재료 가공용 스캐너 헤드(2)에 관한 것으로, 적어도 두 개의 제어 가능한 가동 광학 부재를 포함하고, 상기 가동 광학 부재에 의해 가공면(13) 상의 상기 레이저 빔

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



(9)의 입사각이 조정될 수 있고, 상기 레이저 빔(9)의 가공 위치(12)가 상기 가공면(13) 상에서 2차원으로 이동할 수 있다. 본 발명에 따른 상기 스캐너 헤드(2)는 상기 레이저 빔(9)의 전파 방향으로 상기 빔 포지션 시스템(3)의 하류에 위치하는 빔 포지션 센서(4)를 포함하고, 상기 빔 포지션 센서에 의해, 상기 레이저 빔(9)의 적어도 네 개의 독립적인 포지션 파라미터 및/또는 상기 적어도 네 개의 독립적인 포지션 파라미터에 의해 결정된 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)가 검출될 수 있다. 또한, 본 발명은 조정 장치 및 이에 관련된 조정 프로세스에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류

B23K 26/0643 (2013.01)

B23K 26/0665 (2013.01)

B23K 26/082 (2015.10)

명세서

청구범위

청구항 1

집속 광학계(15)와 레이저 빔(9)의 전파 방향으로 상기 집속 광학계(15)의 상류에 위치하여 레이저 빔 포지션에 영향을 주는 빔 포지션 시스템(3)을 갖는 레이저 재료 가공용 스캐너 헤드(2)에 있어서,

적어도 두 개의 제어 가능한 가동 광학 부재를 포함하고, 상기 가동 광학 부재에 의해 가공면(13) 상의 상기 레이저 빔(9)의 입사각이 조정될 수 있고, 상기 레이저 빔(9)의 가공 위치(12)가 상기 가공면(13) 상에서 2차원으로 이동할 수 있으며,

상기 레이저 빔(9)의 전파 방향으로 상기 빔 포지션 시스템(3)의 하류에 위치하는 빔 포지션 센서(4)를 포함하고, 상기 빔 포지션 센서에 의해, 상기 레이저 빔(9)의 적어도 네 개의 독립적인 포지션 파라미터 및/또는 상기 적어도 네 개의 독립적인 포지션 파라미터에 의해 결정된 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)가 검출되는 것을 특징으로 하는 스캐너 헤드.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

반투명 미러(mirror)인 빔 스플리터(20)가 상기 레이저 빔(9)의 전파 방향으로 상기 빔 포지션 센서(4)의 상류에 위치하는 것을 특징으로 하는 스캐너 헤드.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 빔 스플리터(20)는 상기 빔 포지션 시스템(3)과 상기 집속 광학계(15) 사이의 영역에서 빔 경로 내에 배치되는 것을 특징으로 하는 스캐너 헤드.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 빔 포지션 센서(4)와 상기 빔 스플리터(20)는 상기 빔 스플리터(20)에 의해 전송된 레이저 광이 상기 빔 포지션 센서(4)로 안내될 수 있고 상기 빔 스플리터(20)에 의해 반사된 레이저 광이 상기 집속 광학계(15)로 안내될 수 있는 방식으로 서로에 대하여 배치되는 것을 특징으로 하는 스캐너 헤드.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중, 어느 한 항에 있어서,

상기 스캐너 헤드(2)는 상기 빔 포지션 센서(4)와 상기 빔 포지션 시스템(3)의 제어 유닛(7)이 연결되고 상기 레이저 빔(9)의 오프라인 조정을 위한 통합된 컴퓨팅 유닛(5)을 포함하거나, 외부의 컴퓨팅 유닛(5)이 상기 빔 포지션 센서(4) 및/또는 상기 제어 유닛(7)에 연결될 수 있도록 하는 외부 인터페이스(22)를 포함하는 것을 특징으로 하는 스캐너 헤드.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 빔 포지션 센서(4), 상기 통합된 컴퓨팅 유닛(5), 상기 제어 유닛(7) 및/또는 상기 빔 포지션 시스템(3)은 상기 스캐너 헤드의 오프라인 조정을 위해 스캐너 헤드에 통합되는 조정 장치를 형성하는 것을 특징으로 하는 스캐너 헤드.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 레이저 빔(9)의 타겟 포지션(21)은 상기 컴퓨팅 유닛(5)의 메모리 유닛(6)에 저장되는 것을 특징으로 하는 스캐너 헤드.

청구항 8

청구항 5에 있어서,

상기 컴퓨팅 유닛(5)은 상기 빔 포지션 시스템(3)에 대한 하나의 보정 값, 특히 다차원 보정 값이 실제/타겟 포지션 비교에 의해 계산될 수 있고, 상기 보정 값이 상기 제어 유닛(7)에 전송될 수 있는 방식으로 형성되는 것을 특징으로 하는 스캐너 헤드.

청구항 9

청구항 5에 있어서,

상기 컴퓨터 유닛(5) 및 상기 제어 유닛(7)은 상기 스캐너 헤드(2)에 통합된 컴퓨팅/제어 유닛으로서 함께 구성되는 것을 특징으로 하는 스캐너 헤드.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 빔 포지션 시스템(3)은 적어도 네 개의 회전 가능한 광학 부재들, 특히 거울들을 포함하고, 상기 거울들 중 적어도 하나가 갈바노미터 구동에 의해 이동될 수 있는 것을 특징으로 하는 스캐너 헤드.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 빔 포지션 시스템(3)은 적어도 하나의 입사각을 세팅하기 위한 평행 오프셋 유닛(10) 및 상기 레이저 빔(9)의 2차원 이동을 위한 편향 유닛(11)을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 스캐너 헤드.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 스캐너 헤드(2)는 상기 레이저 빔(9)의 초점 포지션이 z 방향으로 변경될 수 있도록 하기 위하여 상기 빔 포지션 센서(4)의 상류에 위치하는 초점 세팅 유닛(17)을 포함하거나, 상기 레이저 빔(9)의 초점 포지션을 z 방향으로 변경시키기 위한 상기 집속 광학계(15)가 그의 광축에 대해 축 방향으로 변위될 수 있는 것을 특징으로 하는 스캐너 헤드.

청구항 13

스캐너 헤드(2)의 오프라인 조정을 위한 조정 장치(1)에 있어서,

레이저 재료 가공용 스캐너 헤드(2)와, 상기 스캐너 헤드(2)의 외부 인터페이스(22)를 통해 상기 스캐너 헤드(2)의 빔 포지션 센서(4) 및/또는 제어 유닛(5)에 연결되는 외부의 컴퓨팅 유닛(5)을 포함하여 구성되고,

상기 스캐너 헤드(2)는 상기 청구항들 중 어느 한 항에 따라 형성되는 것을 특징으로 하는 조정 장치.

청구항 14

상기 청구항들 중 어느 한 항에 따라 형성된 스캐너 헤드(2) 및/또는 조정 장치(1)의 오프라인 조정을 위한 조정 프로세스에 있어서,

상기 스캐너 헤드(2)의 빔 포지션 시스템(3)의 하류 영역에서 레이저 빔(9)의 전파 방향에 대해, 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)은 상기 레이저 빔(9)의 적어도 네 개의 독립적인 포지션 파라미터를 검출하는 빔 포지션 센서(4)에 의해 검출되고,

컴퓨팅 유닛(5)은 검출된 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)과 저장되어있는 타겟 포지션(22)을 비교하여 보정 값을 계산하며,

제어 유닛(7)은 상기 보정 값에 기초하여 상기 빔 위치 시스템(3)을 재조정하는 것을 특징으로 하는 조정 프로세스.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 레이저 빔(9)의 타겟 포지션(22)은 상기 스캐너 헤드의 공장 교정 프로세스의 프레임워크 내에서 결정되어 메모리 유닛(6)에 저장되는 것을 특징으로 하는 조정 프로세스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 집속 광학계(focusing optics)와 레이저 빔의 전파 방향으로 상기 집속 광학계의 상류(upstream)에 위치하여 레이저 빔 포지션에 영향을 주는 빔 포지션 시스템을 갖는 레이저 재료 가공용 스캐너 헤드에 관한 것으로, 특히 적어도 두 개의 제어 가능한 가동 광학 부재를 포함하고, 상기 가동 광학 부재에 의해 가공면 상에 레이저 빔의 입사각이 동적으로 조정 가능하며, 상기 레이저 빔의 가공 위치가 가공면 상에서 2차원으로 동적으로 이동 가능하게 하는 스캐너 헤드에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 오프라인 조정을 위한 조정 프로세스와 함께 상기 스캐너 헤드를 갖는 조정 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 상술한 스캐너 헤드는 다양한 목적, 특히 마킹(marking), 라벨링(labeling), 연마 및/또는 구조화 가공, 절삭, 드릴링(drilling), 소결 또는 용접에 사용된다. 레이저 재료 가공의 다양한 응용에 있어서, 임의의 경로 상에서 레이저 초점의 포지션을 안내하는 것뿐만 아니라, 동시에 가공 대상물(workpiece) 상의 레이저 빔 축의 입사각을 제어하는 것이 유리하다. 결과적으로, 어떠한 형태의 구조도 가공 대상물(workpiece)에 도입될 수 있고, 그 예지는 가공 대상물(workpiece) 표면에 대한 원하는 경사각을 갖는다.

[0003] 이상적으로, 입사각은 경로 안내와 독립적으로 조정 가능해야 한다. 레이저 재료 가공에서 상응하는 높은 가공 속도를 달성하기 위해서는 두 파라미터의 독립적인 조정이 고정밀도 및 고속으로 가능해야 한다.

[0004] 대응하는 장치 및 레이저 빔을 안내하는 방법은 DE 10 2013 222 834 A1에 공지되어있다. 가공 대상물을 가공하기 위한 레이저 빔을 안내하는 장치는 가공 대상물 상의 레이저 빔의 횡 방향 오프셋을 조정하기 위해 집속 광

학계 상에 레이저 빔의 각을 발생시키고, 상기 가공 대상물 상의 레이저 빔의 입사각을 조정하기 위해 상기 집속 광학계 상에 상기 레이저 빔의 횡 방향 오프셋을 발생시키는 이동 가능한 거울을 갖는 미러 장치를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0005] 레이저 빔의 전파에 따라, 제1 빔 스플리터는 레이저 소스와 미러(mirror) 장치 사이에 배치된다. 제1 센서 소자는 상기 제1 빔 스플리터에 할당된다. 이러한 제1 센서 소자는 빔 프로파일 및 빔 위치를 모니터링하는 역할을 수행한다. 이에 의해, 빔 위치는 미러 장치의 상류(upstream) 영역에서만 배타적으로 검출될 수 있다.

[0006] 여기서 단점은 시스템의 조정이 레이저 빔의 전파 방향으로 미러 어셈블리의 상류(upstream)에 있는 구성 요소를 통해서만 이루어질 수 있다는 것이다. 대개 이것들은 스캐너 헤드의 일부가 아닌 구성 요소이다. 이러한 조정은 매우 복잡하고 길어지고 비용이 많이 든다.

[0007] 또한, DE 10 2004 053 298 A1은 레이저, 드릴링 및 절단 장치의 일부로서의 스캔 헤드를 개시한다. 이것은 레이저의 광 경로에 배치된 일련의 다음 구성 요소들을 갖는 것을 특징으로 한다: 평행한 빔 변위를 조절하는 워블(wobble) 유닛과 결합한 세기 조절 빔 댐핑(damping) 유닛, 레이저의 빔 단면을 증가시키는 빔 확장기 망원경, 레이저 빔의 초점을 안내하는 스캔 블록 및 선택적으로 광 경로에 결합할 수 있는 부가 테스트 및 제어 장치와 함께 레이저 빔을 시료에 초점을 맞추는 워킹(working) 장치를 포함한다.

[0008] 상기 빔 댐핑 유닛은 지연기(retarder), 제1 브루스터(Brewster window) 및 제2 브루스터 윈도우(Brewster window)의 광 경로 상에 배열된 시퀀스를 포함하고, 상기 지연기 및/또는 상기 두 개의 브루스터 윈도우 중 적어도 하나는 광축 주위로 회전될 수 있도록 설계된다.

[0009] 상기 워블 유닛은 광 경로로 도입된 두 개의 평면-평행(plane-parallel) 윈도우의 배열로 형성되고, 제1 평면-평행(plane-parallel) 윈도우의 회전축, 제2 평면-평행(plane-parallel) 윈도우의 회전축과 레이저 빔의 전파 방향은 서로 직교한다. 상기 지연기 또는 평면-평행(plane-parallel) 윈도우는 편의적으로 갈바노미터(galvanometer) 유닛에 의해 이동된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 따라서, 본 발명의 과제는, 오프라인 기초에서(즉, 실제 가공 공정 전에), 시스템의 조정이 레이저 빔의 전파 방향으로 스캐너 헤드의 상류 구성요소에 영향을 주지 않으면서 고도의 효율성 및/또는 정밀도로 수행될 수 있도록 하는 스캐너 헤드, 조정 장치 및 이에 의한 조정 프로세스를 제공하는 것이다.

[0011] 상기 목적은 독립 청구항들의 특징들을 갖는 스캐너 헤드, 조정 장치 및 조정 프로세스에 의하여 해결된다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 기술적 과제를 달성하기 위하여 제안된 본 발명인 스캐너 헤드를 이루는 구성수단은, 집속 광학계(15)와 레이저 빔(9)의 전파 방향으로 상기 집속 광학계(15)의 상류에 위치하여 레이저 빔 포지션에 영향을 주는 빔 포지션 시스템(3)을 갖는 레이저 재료 가공용 스캐너 헤드(2)에 있어서, 적어도 두 개의 제어 가능한 가동 광학 부재를 포함하고, 상기 가동 광학 부재에 의해 가공면(13) 상의 상기 레이저 빔(9)의 입사각이 조정될 수 있고, 상기 레이저 빔(9)의 가공 위치(12)가 상기 가공면(13) 상에서 2차원으로 이동할 수 있으며, 상기 레이저 빔(9)의 전파 방향으로 상기 빔 포지션 시스템(3)의 하류에 위치하는 빔 포지션 센서(4)를 포함하고, 상기 빔 포지션 센서에 의해, 상기 레이저 빔(9)의 적어도 네 개의 독립적인 포지션 파라미터 및/또는 상기 적어도 네 개의 독립적인 포지션 파라미터에 의해 결정된 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)가 검출되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 여개서, 반투명 미러(mirror)인 빔 스플리터(20)가 상기 레이저 빔(9)의 전파 방향으로 상기 빔 포지션 센서(4)의 상류에 위치하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 여기서, 상기 빔 스플리터(20)는 상기 빔 포지션 시스템(3)과 상기 집속 광학계(15) 사이의 영역에서 빔 경로 내에 배치되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 빔 포지션 센서(4)와 상기 빔 스플리터(20)는 상기 빔 스플리터(20)에 의해 전송된 레이저 광이 상기 빔 포지션 센서(4)로 안내될 수 있고 상기 빔 스플리터(20)에 의해 반사된 레이저 광이 상기 집속 광학계(15)로 안내될 수 있는 방식으로 서로에 대하여 배치되는 것을 특징으로 한다.

- [0016] 또한, 상기 스캐너 헤드(2)는 상기 빔 포지션 센서(4)와 상기 빔 포지션 시스템(3)의 제어 유닛(7)이 연결되고 상기 레이저 빔(9)의 오프라인 조정을 위한 통합된 컴퓨팅 유닛(5)을 포함하거나, 외부의 컴퓨팅 유닛(5)이 상기 빔 포지션 센서(4) 및/또는 상기 제어 유닛(7)에 연결될 수 있도록 하는 외부 인터페이스(22)를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 여기서, 상기 빔 포지션 센서(4), 상기 통합된 컴퓨팅 유닛(5), 상기 제어 유닛(7) 및/또는 상기 빔 포지션 시스템(3)은 상기 스캐너 헤드의 오프라인 조정을 위해 스캐너 헤드에 통합되는 조정 장치를 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 상기 레이저 빔(9)의 타겟 포지션(21)은 상기 컴퓨팅 유닛(5)의 메모리 유닛(6)에 저장되는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 컴퓨팅 유닛(5)은 상기 빔 포지션 시스템(3)에 대한 하나의 보정 값, 특히 다차원 보정 값이 실제/타겟 포지션 비교에 의해 계산될 수 있고, 상기 보정 값이 상기 제어 유닛(7)에 전송될 수 있는 방식으로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 컴퓨터 유닛(5) 및 상기 제어 유닛(7)은 상기 스캐너 헤드(2)에 통합된 컴퓨팅/제어 유닛으로서 함께 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상기 빔 포지션 시스템(3)은 적어도 네 개의 회전 가능한 광학 부재들, 특히 거울들을 포함하고, 상기 거울들 중 적어도 하나가 갈바노미터 구동에 의해 이동될 수 있는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 또한, 상기 빔 포지션 시스템(3)은 적어도 하나의 입사각을 세팅하기 위한 평행 오프셋 유닛(10) 및 상기 레이저 빔(9)의 2차원 이동을 위한 편향 유닛(11)을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 상기 스캐너 헤드(2)는 상기 레이저 빔(9)의 초점 포지션이 z 방향으로 변경될 수 있도록 하기 위하여 상기 빔 포지션 센서(4)의 상류에 위치하는 초점 세팅 유닛(17)을 포함하거나, 상기 레이저 빔(9)의 초점 포지션을 z 방향으로 변경시키기 위한 상기 집속 광학계(15)가 그의 광축에 대해 축 방향으로 변위될 수 있는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 한편, 본 발명에 따른 조정 장치를 이루는 구성수단은, 스캐너 헤드(2)의 오프라인 조정을 위한 조정 장치(1)에 있어서, 레이저 재료 가공용 스캐너 헤드(2)와, 상기 스캐너 헤드(2)의 외부 인터페이스(22)를 통해 상기 스캐너 헤드(2)의 빔 포지션 센서(4) 및/또는 제어 유닛(5)에 연결되는 외부의 컴퓨팅 유닛(5)을 포함하여 구성되고, 상기 스캐너 헤드(2)는 상기 기술한 특징들 중 어느 하나의 특징에 따라 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 한편, 본 발명에 따른 조정 프로세스를 이루는 구성수단은, 기술한 특징들 중, 어느 하나의 특징에 따라 형성된 스캐너 헤드(2) 및/또는 조정 장치(1)의 오프라인 조정을 위한 조정 프로세스에 있어서, 상기 스캐너 헤드(2)의 빔 포지션 시스템(3)의 하류 영역에서 레이저 빔(9)의 전과 방향에 대해, 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)은 상기 레이저 빔(9)의 적어도 네 개의 독립적인 포지션 파라미터를 검출하는 빔 포지션 센서(4)에 의해 검출되고, 컴퓨팅 유닛(5)은 검출된 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)과 저장되어있는 타겟 포지션(22)을 비교하여 보정 값을 계산하며, 제어 유닛(7)은 상기 보정 값에 기초하여 상기 빔 위치 시스템(3)을 재조정하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 여기서, 상기 레이저 빔(9)의 타겟 포지션(22)은 상기 스캐너 헤드의 공장 교정 프로세스의 프레임워크 내에서 결정되어 메모리 유닛(6)에 저장되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명인 스캐너 헤드, 조정 장치 및 이에 의한 조정 프로세스에 의하면, 오프라인 기초에서(즉, 실제 가공 공정 전에), 시스템의 조정이 레이저 빔의 전과 방향으로 스캐너 헤드의 상류 구성요소에 영향을 주지 않으면서 고도의 효율성 및/또는 정밀도로 수행될 수 있도록 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 조정 장치의 모든 구성 요소가 스캐너 헤드에 통합되는 제1 실시예에 따른 조정 장치의 개략도이다.
 도 2는 컴퓨팅 유닛이 외부 인터페이스를 통해 스캐너 헤드에 통합된 구성 요소들에 연결되는 제2 실시예에 따

른 조정 장치의 개략도이다.

도 3은 제1 실시예에 따른 빔 포지션 센서의 개략도이다.

도 4는 제2 실시예에 따른 빔 포지션 센서의 개략도이다.

도 5는 제1 실시예에 따른 빔 포지션 시스템의 개략도이다.

도 6은 제2 실시 예에 따른 빔 포지션 시스템의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 상기와 같은 과제, 해결수단 및 효과를 가지는 본 발명인 맵스 사운드 트랜스듀서를 구비하는 사운드 트랜스듀서 어셈블리에 관한 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.
- [0030] 이 과정에서 도면에 도시된 구성요소의 크기나 형상 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시될 수 있다. 또한, 본 발명의 구성 및 작용을 고려하여 특별히 정의된 용어들은 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다.
- [0031] 본 발명은 집속 광학계 및 빔 포지션 시스템을 갖는 레이저 재료 가공을 위한 스캐너 헤드가 제안된다.
- [0032] 상기 집속 광학계에 의해, 레이저 빔은 가공 위치, 특히 가공 대상물의 가공면 또는 상기 가공 위치 부근에 초점이 맞춰질 수 있다. 상기 빔 포지션 시스템을 통해, 상기 가공 대상물의 가공면 상의 상기 레이저 빔 포지션이 영향을 받을 수 있다. 상기 레이저 빔 포지션은 네 개의, 특히 독립적인, 기하학적 파라미터로 규정된다. 이들은 예를 들어 평면을 통과하는 통과 점 및 (예를 들어) 제1 및/또는 제2 입체각에 의해 정의된 공간에서의 전과 방향을 정의하기 위한 x 좌표 및 y 좌표를 포함한다.
- [0033] 상기 빔 포지션 시스템은 상기 레이저 빔의 전과 방향으로 상기 집속 광학계의 상류(upstream)에 위치한다. 또한, 상기 빔 포지션 시스템은 특히 제어 유닛에 의해 제어될 수 있는 적어도 두 개의 가동 광학 부재를 포함한다. 상기 빔 포지션 시스템은, 상기 가동 광학 부재에 의해, 상기 가공면 상의 상기 레이저 빔의 입사각이 조정될 수 있는 방식으로 형성된다. 이것은, 예를 들어 상기 집속 광학계의 광축에 수직인 상기 레이저 빔의 평행 변위를 통해 발생할 수 있다. 또한, 상기 빔 포지션 시스템은, 상기 가동 광학 부재에 의해, 상기 레이저 빔의 가공 위치가 2차원, 특히 x - y 평면에서 가공면 상에서 이동할 수 있는 방식으로 형성된다. 이것은, 예를 들어, 상기 집속 광학계의 광축에 대한 상기 레이저 빔의 편향(경사)을 통해 발생할 수 있다.
- [0034] 상기 스캐너 헤드는 빔 포지션 센서를 포함한다. 상기 빔 포지션 센서는 상기 레이저 빔의 전과 방향으로 상기 빔 포지션 시스템의 하류에 위치한다. 또한, 상기 빔 포지션 센서는, 이를 이용하여, 특히 빔 포지션 시스템의 오프라인 조정을 위해, 적어도 네 개의 독립적인, 특히 적어도 하나의 회전 및/또는 병진의, 레이저 빔의 포지션 파라미터가 검출될 수 있는 방식으로 형성된다.
- [0035] 부가적으로 또는 대안적으로, 상기 빔 포지션 센서는, 이를 이용하여, 특히 간접적으로 및/또는 직접적으로, 상기 레이저 빔의 실제 포지션이 검출될 수 있는 방식으로 형성된다. 상기 실제 포지션은 적어도 네 개의 독립적인 포지션 파라미터에 의해 결정된다. 이때, 상기 빔 포지션 센서는 바람직하게는 적어도 네 개의 독립적인 포지션 파라미터 및/또는 특히 그들에 의해 결정되는 상기 레이저 빔의 실제 포지션이 상기 스캐너 헤드의 하우징 내부 및/또는 상기 빔 포지션 시스템의 하류(downstream) 영역에서 검출될 수 있는 방식으로 배치 및/또는 구성된다. 따라서 상기 실제 포지션은 상기 적어도 네 개의 독립적인 포지션 파라미터에 기초하여, 특히 간접적으로 검출된다.
- [0036] 상기 센서 검출은 상기 빔 포지션 센서에 의해, 특히 상기 빔 포지션 시스템과 상기 집속 광학계 사이의 영역에서 상기 레이저 빔의 전과 방향에 관련하여 및/또는 레이저 빔 경로에 관련하여 발생한다. 상기 레이저 빔의 실제 포지션이 상기 빔 포지션 시스템의 하류(downstream) 영역에서만 검출된다면, 외부적으로 유도된, 특히 상기 스캐너 헤드의 상류 구성 요소에 의해 야기되는, 에러의 보정은 유리하게는 상기 빔 포지션 시스템 그 자체에 의해 수행될 수 있다. 따라서 외부 구성 요소에 영향을 줄 필요가 없다. 오히려 외부 에러는 상기 스캐너 헤드 자체로 보정된다. 또한, 상술한 스캐너 헤드를 통해, 시스템의 오프라인 조정은 상기 빔 포지션 시스템의 대응하는 재조정에 의해 매우 신속하고 저렴하게 수행될 수 있다. 또한, 상기 빔 포지션 시스템에 의한 상기 오프라인 조정은 매우 높은 정확도를 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0037] 상기 빔 포지션 센서는 특히 2D 위치인 병진 포지션 파라미터 및/또는 2D 포지션 각인 회전 포지션 파라미터가 검출될 수 있는 방식으로 형성되는 것이 유리하다. 이때, 상기 병진 포지션 파라미터는 특히 x - y 평면에서, x

좌표 및/또는 y 좌표로서 검출되고, x - y 평면을 통해 상기 레이저 빔의 이론적인 관통 점을 재생산한다. 따라서, 상기 포지션 파라미터들이 검출되는 x - y 평면은 경사, 특히 수직 방향으로 빔 경로와 정렬되는 것이 유리하다.

- [0038] 부가적으로 또는 대안적으로, 상기 빔 포지션 센서가 x - z 평면에서 상기 레이저 빔의 제1 경사각 및/또는 y - z 평면에서 상기 레이저 빔의 제2 경사각을 검출할 수 있는 것이 유리하다. 이 목적을 위해, 상기 빔 포지션 센서가 적어도 두 개의 센서, 특히 2D 센서들을 포함하는 것이 유리하다. 예를 들어, 두 개의 병진 포지션 파라미터는 빔 방향에서 상기 레이저 빔의 경로에 관련하여 빔 경로에 배치되는 두 개의 2D 센서를 통해 두 개의 평면에서 결정될 수 있다.
- [0039] 상기 각각의 센서 평면의 두 개의 관통 점과 상기 두 개의 센서 평면 사이의 알려진 거리에 기초하여, 상기 레이저 빔의 정확한 실제 포지션이 이제 결정되거나 검출될 수 있다.
- [0040] 회전 포지션 파라미터의 결정을 위해, 예를 들어, 센서 렌즈가 상기 빔 포지션 센서의 2D 센서 앞에 배치될 수 있고, 상기 센서 렌즈는 입사각의 함수로서 상기 레이저 빔의 규정된 편향을 일으키고, 및/또는 따라서 포지션 감지 센서로 회전 포지션 파라미터를 측정할 수 있게 한다.
- [0041] 상기 빔 포지션 센서는 빔 경로의 상이한 위치에서 하나 이상의 포지션 파라미터를 결정할 목적으로 설계된 다수의, 특히 두 개, 세 개 또는 네 개의 센서 유닛을 포함할 수 있고, 네 개의 독립적인 포지션 파라미터가 상기 측정 결과의 조합으로부터 결정될 수 있다. 이때, 상기 센서 유닛은 또한 구조적으로 분리된 방식으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 네 개의 슬롯 다이오드는, 예를 들어, 빔 경로의 영역 내의 다수의 위치에서 빔 포지션에 관한 총 네 개의 1D 정보 항목을 검출하는데 사용될 수 있으며, 이는 센서 어셈블리의 알려진 기하학 구조 및 측정된 빔 포지션까지의 거리와 함께 오프셋(offset) 될 수 있다.
- [0042] 또한, 전파의 위치 또는 방향과 같은 빔 포지션에 관한 기하학적 정보가 결정될 수 있는 쿼드런트 다이오드(사분면 다이오드(quadrant diodes)), 카메라 요소, 소위 "PSD"("위치 감지 장치(position-sensitive devices)") 또는 파면 센서(wave front sensors)가 가능한 센서들이고, 빔 포지션 센서가 이들로부터 구성될 수 있다.
- [0043] 상기 빔 포지션 센서는 상기 스캐너 헤드에 영구적으로 통합될 수 있다. 그러나, 대안적으로, 상기 빔 포지션 센서는 상기 스캐너 헤드로부터 제거될 수 있는 방식으로 설치될 수 있고(있거나) 상기 스캐너 헤드를 조정할 목적으로만 분리 가능하게 연결될 수 있다.
- [0044] 센서를 통해 상기 레이저 빔을 검출하기 위해, 이는 상기 빔 포지션 시스템의 하류 영역에서 분리된다. 분리된 후의 빔의 포지션은 분리 시점에서 빔의 포지션에 규정되고 고정된 관계에 있으므로, 센서 내부의 측정된 포지션은 분리 시점에서의 포지션을 명확하게 나타낸다. 이 목적을 위해, 빔 스플리터, 특히 반투명 미러(mirror)가 유리하게는 상기 레이저 빔의 전파 방향으로 상기 빔 포지션 센서의 상류에 위치한다. 상기 빔 스플리터는 빔 경로 안쪽으로 회전될 수 있다. 따라서, 상기 빔 스플리터가 실제 가공 공정 이전(즉, 오프라인)에 조정을 위해 안쪽으로 회전되고 실제 가공 공정 동안(즉, 온라인)에 다시 바깥쪽으로 회전되는 것을 상상할 수 있다.
- [0045] 상기 빔 포지션 센서가 상기 빔 포지션 시스템과 상기 집속 광학계 사이의 영역에서 상기 레이저 빔의 실제 포지션을 센서를 통해 검출할 수 있는 것이 유리하다. 이러한 목적을 위해, 상기 빔 스플리터가 상기 빔 포지션 시스템과 상기 집속 광학계 사이의 영역에서 빔 경로 내에 배치되는 것이 유리하다.
- [0046] 센서 검출을 위해 가공 빔 경로로부터 레이저 빔을 분리할 수 있도록 하기 위해, 상기 빔 포지션 센서와 상기 빔 스플리터는 상기 빔 스플리터에 의해 전송된 레이저 광이 상기 빔 포지션 센서로 안내될 수 있고(있거나) 상기 빔 스플리터에 의해 반사된 레이저 광이 상기 집속 광학계로 안내될 수 있는 방식으로 서로에 대하여 배치되는 것이 유리하다.
- [0047] 센서를 통해 검출된 데이터를 분석하기 위해, 상기 스캐너 헤드가 통합된 컴퓨팅 유닛을 포함하는 것이 유리하다. 여기서, 상기 컴퓨팅 유닛은 상기 스캐너 헤드의 하우징 내부에 배치된다. 바람직하게는, 상기 빔 포지션 센서의 통합된 컴퓨팅 유닛 및/또는 바람직하게는 상기 스캐너 헤드에 통합된 상기 빔 포지션 시스템의 제어 유닛이 연결된다. 이는 바람직하게는 전술한 구성 요소의 케이블 기반 연결을 포함한다.
- [0048] 대안적으로, 상기 스캐너 헤드가 외부 인터페이스를 포함하고, 이를 통해 외부 컴퓨팅 유닛이 상기 빔 포지션 센서 및/또는 상기 제어 유닛에 연결되거나 연결될 수 있는 것이 유리하다. 이에 따라, 상기 스캐너 헤드의 제조 비용이 감소할 수 있는데, 이는 하나의 컴퓨팅 유닛만이 복수의 스캐너 헤드를 위해 필요하고, 컴퓨팅 유닛은 대응하는 외부 인터페이스를 통해 상기 빔 포지션 센서 및/또는 상기 제어 유닛에 연결될 수 있기 때문이다.

- [0049] 상기 스캐너 헤드가 상기 레이저 빔의 오프라인 조정을 위한 조정 장치를 포함하거나, 적어도 이러한 조정 장치의 일부로서 형성되는 것이 유리하다. 이때, 상기 조정 장치는 유리하게는 실제 포지션을 검출하기 위한 상기 빔 포지션 센서, 보정 값을 결정하는 컴퓨팅 유닛, 상기 보정 값을 세팅(setting)하는 상기 제어 유닛 및/또는 상기 보정 값에 의존하는 새로운 레이저 빔 포지션을 세팅하기 위한 빔 포지션 시스템을 포함한다.
- [0050] 상기 스캐너 헤드가 내부의 컴퓨팅 유닛을 갖는다면, 상기 조정 장치는 상기 스캐너 헤드에 완전히 통합된다. 외부의 컴퓨팅 유닛을 가진다면, 상기 스캐너 헤드는 상기 조정 장치의 일부를 구성한다. 따라서, 상기 조정 장치에 의해, 유리하게, 상기 스캐너 헤드의 설치시 또는 드리프트(drift) 오차(예를 들어, 온도에 의해 야기되는 오차)를 제거하기 위해, 상기 레이저 빔 소스와 같은 상기 레이저 빔의 빔 경로 내의 상류 외부 구성 요소에 영향을 줄 필요 없이, 각각의 가공 공정 전의 조정 또는 사전에 설정된 시간 간격마다 조정이 있을 수 있다.
- [0051] 상기 스캐너 헤드 또는 상기 외부의 컴퓨팅 유닛(적용 가능한 경우)이 상기 레이저 빔의 타겟 포지션이 저장된 메모리 유닛을 갖는 것이 유리하다. 여기서, 상기 메모리 유닛은 상기 컴퓨팅 유닛에 연결되는 별도의 구성요소일 수도 있고, 상기 컴퓨팅 유닛에 직접 통합될 수도 있다. 상기 타겟 포지션은 또한 적어도 네 개의 독립적인 타겟 포지션 파라미터에 의해 간접적으로 저장될 수 있다. 상기 레이저 빔의 타겟 포지션은 바람직하게는 공장에서, 특히 각각의 스캐너 헤드에 대해 개별적으로 결정되고, 상기 스캐너 헤드의 메모리 유닛에 저장된다.
- [0052] 상기 컴퓨팅 유닛은, 이것에 의해, 상기 빔 포지션 시스템을 위한 적어도 하나의 보정 값이 실제/타겟 포지션 비교에 의해 계산될 수 있는 방식으로 형성되는 것이 유리하다. 이 목적을 위해, 상기 컴퓨팅 유닛은 반복 근사화 프로세스(iterative approximation process) 또는 확률적 탐색 프로세스(stochastic search process)를 사용하거나 구현하는 것이 유리하다.
- [0053] 상기 보정 값은 다차원으로 형성되는 것이 바람직하다. 이는 상기 보정 값이 상기 빔 포지션 시스템의 여러 조정 차원에서 상기 타겟 포지션과 실제 포지션 사이의 델타(delta)를 반영한다는 것을 의미한다. 따라서, 상기 보정 값은 상기 빔 포지션 시스템의 적어도 두 개의 광학 부재에 대한 적어도 하나의 재조정 값을 포함한다. 또한, 상기 컴퓨팅 유닛이 자동으로 상기 보정 값을 상기 제어 유닛에 전송하는 것이 유리하다.
- [0054] 상기 스캐너 헤드는 상기 가공 공정이, 특히 단독으로, 상기 빔 포지션 센서가 비활성화될 때 수행될 수 있는 방식으로 형성되는 것이 유리하다. 따라서, 상기 재료 가공 공정은 상기 빔 포지션 센서가 작동하지 않고 진행될 수 있다.
- [0055] 상기 컴퓨팅 유닛 및 상기 제어 유닛은 별개의 구성 요소로서 형성될 수 있다. 그러나 대안적으로, 상기 컴퓨팅 유닛 및 상기 제어 유닛이 상기 스캐너 헤드에 통합된 컴퓨팅/제어 유닛으로서 함께 구성되는 것이 또한 마찬가지로 유리하다.
- [0056] 본 발명의 유리한 추가 형태에서, 상기 빔 포지션 시스템은 적어도 네 개의 회전 가능한 미러(mirror)를 포함한다. 상기 회전 가능한 미러(mirror)들 각각은 바람직하게는 단일의 각 회전축 주위에서만 회전 가능하도록 형성된다. 상기 미러들의 회전축은 적어도 부분적으로 서로 다르다. 다시 말하면 그들은 공간에서 서로 다른 방향을 향하고 있다. 이들은 상기 제어 유닛을 통해 유리하게 제어될 수 있다. 상기 미러들 각각이 단일 축을 중심으로 단지 회전 가능하게 장착되는 경우, 상기 빔 포지션은 매우 신속하게 변경될 수 있다.
- [0057] 상기 빔 포지션 시스템이 적어도 하나의 입사각을 세팅하기 위한 평행 오프셋 유닛을 포함하는 것이 유리하다. 부가적으로 또는 대안적으로, 상기 빔 포지션 시스템이 상기 레이저 빔의 2차원 이동을 위한 편향 유닛을 포함하는 것이 유리하다. 상기 평행 오프셋 유닛은 바람직하게는 빔의 전파 방향으로 상기 편향 유닛의 상류에 위치한다.
- [0058] 상기 레이저 빔 포지션의 매우 신속한 조정을 수행할 수 있도록, 상기 평행 오프셋 유닛 및/또는 상기 편향 유닛 각각이 단일 회전축 주위에 회전 가능하게 장착된 두 개의 미러를 포함하는 것이 유리하다. 이때, 포지션 파라미터는 상기 각각의 미러에 의해 바람직하게 조정될 수 있다.
- [0059] 바람직하게는, 세팅(setting) 파라미터 및 포지션 파라미터는 공장 교정 프로세스에서 규정되는 좌표 변환에 의해 가공 영역에서 함께 결합된다. 상기 평행 오프셋 유닛에 의해, 상기 레이저 빔은 집속 광학계의 광축에 수직으로 정렬된 변위 축 상에서 변위될 수 있다. 이러한 평행 변위로 인해, 가공면 상에 상기 레이저 빔의 입사각이 변화될 수 있다.
- [0060] 또한, 상기 스캐너 헤드는 특히 상기 빔 포지션 센서의 상류에 위치하는 초점 세팅 유닛을 갖는 것이 유리하다. 이러한 초점 세팅 유닛에 의해, 상기 레이저 빔의 초점 포지션은 z 방향으로 변화될 수 있다. 이 목적을 위해,

상기 초점 세팅 유닛은 광축을 따라 변위 가능한 적어도 하나의 렌즈를 갖는 빔 확장 망원경 유닛(beam-expanding telescope unit)을 포함하는 것이 바람직하다.

- [0061] 대안적으로, z 방향으로 상기 레이저 빔의 초점 위치를 변경하기 위한 집속 광학계가 그것의 광축을 따라 축 방향으로 변위될 수 있다면 마찬가지로 유리하다. 상기 초점 세팅 유닛은 바람직하게는 상기 제어 유닛에 연결되어, 그에 따라 제어될 수 있다.
- [0062] 스캐너 헤드의 오프라인 조정을 위한 조정 장치가 또한 제안된다. 상기 조정 장치는 레이저 재료 가공용 스캐너 헤드를 포함한다. 상기 스캐너 헤드는 가공 위치에서 레이저 빔이 가공 대상물의 가공면 상에 초점이 맞춰질 수 있도록 하는 집속 광학계를 포함한다. 또한, 상기 스캐너 헤드는 상기 레이저 빔 위치선에 영향을 주는 빔 위치선 시스템을 갖는 것을 특징으로 한다. 상기 빔 위치선 시스템은 상기 레이저 빔의 전과 방향으로 상기 집속 광학계의 상류에 위치한다. 또한, 상기 빔 위치선 시스템은 적어도 두 개의 제어 가능하고(가능하거나) 이동 가능한 광학 부재를 포함한다. 또한, 상기 빔 위치선 시스템은, 특히 제어 유닛에 의해, 제어될 수 있는 적어도 두 개의 가동 광학 부재를 포함한다.
- [0063] 상기 빔 위치선 시스템에 의해, 상기 가공면 상에 상기 레이저 빔의 입사각은 상기 집속 광학계의 광축에 수직인 상기 레이저 빔의 평행 변위를 통해 세팅(설정)될 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 상기 빔 위치선 시스템에 의해, 상기 레이저 빔의 가공 위치는 가공면 상에 2차원적으로 이동될 수 있다.
- [0064] 상기 스캐너 헤드에 부가하여, 상기 조정 장치는 컴퓨팅 유닛을 더 포함한다. 상기 컴퓨팅 유닛은 특히 외부의 컴퓨팅 유닛으로서 형성되고(형성되거나) 상기 스캐너 헤드의 외부 인터페이스를 통해 사익 빔 위치선 센서 및/또는 상기 스캐너 헤드의 제어 유닛에 연결된다.
- [0065] 상기 스캐너 헤드는 전술한 설명에 따라 형성되고, 구체적인 특징은 개별적으로 또는 임의의 조합으로 나타날 수 있다.
- [0066] 상기 조정 장치를 사용하면, 상기 스캐너 헤드에 대한 매우 빠르고 고품질의 오프라인 조정이 발생할 수 있다. 바람직하게는, 이는, 빔 경로의 방향으로, 상기 레이저 빔 소스와 같은 상기 스캐너 헤드의 어느 상류 외부 유닛에 영향을 줄 필요가 없다. 그 대신, 모든 데이터는 상기 스캐너 헤드에서 결정되고 스캐너 헤드, 특히 빔 위치선 시스템에 의해 세팅(설정) 및/또는 조정된다. 따라서 상기 스캐너 헤드 또는 상기 조정 장치는 고객 측의 프레임워크(framework) 조건과 독립적으로 장착 및 조정될 수 있는 자립 가능한 시스템(self-supporting system)이다.
- [0067] 상기 스캐너 헤드 및/또는 조정 장치의 오프라인 조정을 위한 조정 프로세스가 또한 제안된다. 상기 스캐너 헤드 및/또는 조정 장치는 전술한 설명에 따라 형성되고, 구체적인 특징은 개별적으로 또는 임의의 조합으로 나타날 수 있다.
- [0068] 상기 조정 프로세스에서, 상기 레이저 빔의 실제 위치선은 오프라인, 즉, 실제 가공 공정 이전에 감지된다. 상기 레이저 빔의 이러한 실제 위치선은 상기 레이저 빔의 적어도 네 개의 독립적인 위치선 파라미터를 검출할 수 있는 빔 위치선 센서에 의해 검출되거나 결정된다. 상기 데이터 검출 및/또는 상기 레이저 빔의 실제 위치선의 검출은 상기 스캐너 헤드의 빔 위치선 시스템의 하류에 있는 영역에서 상기 레이저 빔의 전과 방향과 관련하여 더 수행된다.
- [0069] 바람직하게는, 상기 레이저 빔 위치선에 대한 외부적으로 유도된 변화에 부가하여, 상기 빔 위치선 시스템에 의해 야기된 상기 레이저 빔 위치선의 변화가 또한 상기 빔 위치선 센서에 의해 감지될 수 있다.
- [0070] 상기 빔 위치선 센서에 의해 상기 레이저 빔의 실제 위치선을 검출한 후, 컴퓨팅 유닛은 특히 메모리 유닛에 저장된 타겟 위치선을 가지고 상기 레이저 빔의 검출된 실제 위치선을 보상한다. 특히, 상기 실제 위치선이 상기 저장된 타겟 위치선으로부터 벗어난다면, 상기 컴퓨팅 유닛은 상기 빔 위치선 시스템에 대한 보정 값을 계산한다. 이어서, 제어 유닛은 상기 보정 값을 고려하여 상기 빔 위치선 시스템을 조정한다. 이상에서 설명된 조정 프로세스는 한 번 또는 여러 번 수행될 수 있고, 후자의 조정 프로세스는 제어 루프를 나타낸다.
- [0071] 특히, 공장 교정 프로세스의 프레임워크(framework) 내에서, 상기 레이저 빔의 타겟 위치선이 공장에서 결정되는 것이 유리하다. 또한, 각각의 제조된 스캐너 헤드에 대해 개별적으로 결정되는 레이저 빔의 타겟 위치선이 상기 메모리 유닛에 저장되는 것이 유리하다.
- [0072] 특히, 빔 위치선은 상기 스캐너 헤드의 공장 교정 프로세스가 수행된 상기 레이저 빔의 타겟 위치선으로서 결정되고 저장될 수 있다. 따라서, 시동시, 캘리브레이션(교정) 파라미터가 결정된 빔 위치선이 복구될 수 있다. 이

는 상기 스캐너 헤드의 입력에서의 동일한 빔 포지션이 공장에서 캘리브레이션(교정) 시와 고객 측에서의 시동 시에 존재할 필요가 없기 때문에 유리하다. 또한, 시동 후 고도로 조정되고 보정된 상태를 얻기 위해 공장에서 캘리브레이션(교정) 장치 또는 고객 시스템에서 특정한(절대의, 중심의, 직선의...) 빔 포지션이 필요하지 않는다.

- [0073] 예를 들어, 공장 캘리브레이션(교정) 프로세스를 통해, 좌표 변환 파라미터가 결정될 수 있고, 가공 필드(field)에서 빔 포지션 및 초점 포지션에 대한 지정된 좌표에서 상기 스캐너 헤드를 작동하는 동안(온라인), 상기 좌표 변환 파라미터를 가지고, 상기 빔 포지션 시스템의 가동 광학 부재에 대한 대응하는 제어 값 및 초점 조정 시스템에 대한 제어 값이 계산된다.
- [0074] 상기 조정 프로세스에서 결정된 보정 값은 좌표 변환 후의 제어 값에 가산되는 오프셋(offset) 값일 수 있다. 특히, 상기 보정 값은 상기 빔 포지션 시스템의 네 개의 회전 가능한 광학 부재의 네 개의 각도 제어 값에 가산되는 네 개의 각도 보정 값에 대응할 수 있다.
- [0075] 상기 빔 포지션 센서에 의한 본 발명에 따른 빔 포지션의 측정 및 상기 빔 포지션 시스템의 설정 자유도를 통한 빔 포지션의 보정에 더하여, 상기 스캐너 헤드는 공간적 빔 프로파일 및/또는 빔의 다이버전스(divergence)의 측정이 하나 이상의 다른 적절한 센서 유닛 또는 상응하게 형성된 빔 포지션 센서를 통해 일어날 수 있고, 적절한 기술 설계에 기초하여, 바람직하게는 빔 포지션 이외에, 레이저 빔의 상태에 관한 부가적인 측정된 값이 결정될 수 있는 방식으로 형성될 수도 있다.
- [0076] 상기 측정된 값은 또한 레이저의 강도, 편광 상태 또는 스펙트럼 특성을 포함할 수 있다. 상기 빔 특성에 관한 상기 부가적인 측정 데이터는 선택적으로 전술한 조정 프로세스와 관련하여 추가로 결합되어 사용될 수 있다. 따라서, 상기 결정된 빔 포지션에 대한 보정 값에 부가하여, 상기 스캐너 헤드의 이동 부재의 세팅(설정) 파라미터의 계산을 위해 상기 컴퓨팅 유닛에서의 상기 빔 포지션 이외의 편차 보정을 위한 추가 정보를 사용할 수도 있다.
- [0077] 예를 들어, 적절한 측정에 의해 결정되는 바와 같이 컴퓨팅 유닛에서의 타겟 다이버전스로부터의 빔 다이버전스의 편차는 상기 초점 세팅 유닛 및 상기 빔 포지션 유닛의 세팅(설정) 파라미터의 계산의 틀 내에서 보상 될 수 있다.
- [0078] 따라서, 상기 빔 다이버전스가 다르더라도, 동시에 빔의 사전에 설정된 받음 각(angle of attack)이 유지되는 동안, 초점이 바람직한 가공 경로로 안내되는 것이 보장될 수 있다. 이 예시적인 경우에서, 상기 컴퓨팅 유닛에서 본 발명에 따른 빔 위치의 보정 값은 추가 보정 프로세스에 포함되어 함께 또는 (예를 들어) 다른 보정 값으로 오프셋되어 제어 유닛에 전송될 수 있다.
- [0079] 본 발명의 이점 및 다른 이점은 도면을 참조하여 하기 실시예에서 더욱더 상세하게 설명된다.
- [0080] 도 1은 스캐너 헤드(2)의 빔 포지션 시스템(3)이 레이저 재료 가공을 위해 조정될 수 있는 조정 장치(1)를 개략적으로 도시한다.
- [0081] 상기 조정 장치(1)는 상기 빔 포지션 시스템(3) 외에, 빔 포지션 센서(4), 컴퓨팅 유닛(5), 메모리 유닛(6) 및/또는 제어 유닛(7)을 포함한다. 도 1에 도시된 실시예에 따르면, 상기 조정 장치(1)는 상기 스캐너 헤드(2)에 완전히 통합된다. 따라서, 상기 조정 장치는 스캐너 하우징(8) 내부에 위치한다.
- [0082] 레이저 빔(9)의 위치는 상기 빔 포지션 시스템(3)에 의해 영향을 받을 수 있다. 이 목적을 위해, 상기 빔 포지션 시스템(3)은 상기 제어 유닛(7)에 의해 제어 가능한 적어도 두 개의 광학 부재(도면에 상세히 도시되지 않음)를 포함한다. 이러한 광학 부재는 바람직하게는 액추에이터에 의해 제어될 수 있는 회전 가능하게 장착된 거울을 포함한다.
- [0083] 본 실시예에 따르면, 상기 빔 포지션 시스템(3)은 편향 유닛(11)을 포함한다. 이때, 상기 편향 유닛(11)은 가공 대상물(14)의 가공면(13)에 충돌하는 레이저 빔(9)이 2차원적으로, 즉 x 및 y 방향으로 상기 가공면(13) 상에서 이동될 수 있는 가공 위치(12)를 형성하는 방식으로 형성된다. 이 목적을 위해, 상기 편향 유닛(11)은 바람직하게는 각각 하나의 회전축 둘레로만 회전 가능하게 장착된 두 개의 미러(mirror)를 포함한다. 이러한 방식으로, 가공 위치(12)의 방법은 제1 미러를 통한 x - 방향 및 제2 미러를 통한 y - 방향으로 상기 가공면(13) 상에 생성될 수 있다.
- [0084] 또한, 상기 빔 포지션 시스템(3)은 평행 오프셋 유닛(10)을 포함한다. 상기 레이저 빔(9)의 전파 방향에서, 상기 평행 오프셋 유닛(10)은 바람직하게는 상기 편향 유닛(11)의 상류(upstream)에 있다. 상기 평행 오프셋 유닛

(10)에 의해, 상기가공면(13)에 대한 상기 레이저 빔(9)의 입사각이 조정될 수 있다. 이는 집속 광학계(15)의 광축(16)에 수직인 상기 레이저 빔(9)의 평행 변위를 통해 이루어진다. 따라서, 상기 집속 광학계(15)는 상기 레이저 빔(9)의 전과 방향으로, 상기 빔 포지션 시스템(3), 특히 상기 평행 오프셋 유닛(10)의 하류에 있다. 상기 집속 광학계(15)에 의해, 상기 레이저 빔(9)은 상기 가공 대상물(14)의 상기 가공면(13)상의 가공 위치(12)에 집속될 수 있다.

[0085] 상기 레이저 빔(9)의 이러한 평행 변위를 형성하기 위해, 상기 평행 오프셋 유닛(10)은 적어도 두 개의 회전 가능한 미러(mirror)를 포함한다. 이러한 각 미러(mirror)에 의해, 상기 레이저 빔(9)의 경사각(α)이 설정될 수 있다. 따라서, 예를 들어 x-z 평면 내의 제1 가동 미러에 의해 제1 경사각이 조정될 수 있고, y-z 평면 내의 제2 가동 미러에 의해 제2 경사각이 조정될 수 있다. 그러나, 대안적으로, 상기 레이저 빔(9)의 평행 변위는 두 개의 연속적인 이동 가능한, 특히 회전 가능한(rotatable) 또는 회동 가능한(tilttable), 광학 디스크에 의해서도 일어날 수 있다.

[0086] 도 1에 도시된 레이저 재료 가공용 스캐너 헤드(2)는 초점 세팅 유닛(17)을 더 포함한다. 이에 의해, 상기 레이저 빔(9)을 z 방향으로 변화시킬 수 있다. 이를 위해, 예를 들어 상기 초점 세팅 유닛(17)의 렌즈는 상기 레이저 빔의 전과 방향에서 축 방향으로 변위 가능하다.

[0087] 본 실시예에 따르면, 상기 초점 세팅 유닛(17)은 상기 빔 포지션 시스템(3)과 상기 집속 광학계(15) 사이에 배치된다. 그러나, 여기에 도시되지 않은 다른 실시예에서, 상기 초점 세팅 유닛(17)은 상기 집속 광학계(15)에 의해 형성될 수도 있다. 이 경우, 상기 레이저 빔(9)의 광축(16)에 대한 z 방향으로 상기 레이저 빔(9)의 초점 위치를 변경하기 위한 상기 집속 광학계(15)는 축 방향으로 변위될 수 있다.

[0088] 전술한 바와 같이, 상기 스캐너 헤드(2)는 제어 유닛(7)을 갖는 것을 특징으로 한다. 본 실시예에 따르면, 상기 제어 유닛은 상기 스캐너 헤드(2)에 통합된다.

[0089] 도 1에 따르면, 상기 제어 유닛(7)은 상기 빔 포지션 시스템(3), 구체적으로 특히 상기 평행 오프셋 유닛(10) 및 상기 편향 유닛(11)에 연결된다. 상기 제어 유닛(7)은 도면에 상세히 도시되지 않은, 가동 광학 부재, 특히 미러(mirror)를 제어하는데 사용될 수 있다. 결과적으로, 상기 평행 오프셋 유닛(10)에 의한 입사각과 상기 편향 유닛(11)에 의한 가공 위치(12)의 포지션이 x-y 평면에서 조정될 수 있다. 또한, 상기 제어 유닛(7)은 상기 초점 세팅 유닛(17)에 전기적으로 접속되어, 초점 위치가 z-방향으로 조정될 수 있다.

[0090] 상기 스캐너 헤드(2)의 고객측에서의 스타트업(start-up)에 관한 하나의 문제점은 레이저 소스(18)에 의해 생성된 상기 레이저 빔(9)이 정렬되지 않은 방식으로 상기 스캐너 헤드(2)에 진입한다는 것이다. 따라서, 빔 포지션 시스템(3)을 통해 공장에서 적절하게 교정되더라도, 이러한 조정 오차는 상기 스캐너 헤드(2)의 모든 구성 요소를 지나는, 즉 상기 평행 오프셋 유닛(10)과 상기 편향 유닛(11)을 지나는 상기 빔의 전과 방향으로 계속된다.

[0091] 도 1에 도시된 실시예에 따라, 상기 빔 포지션 시스템(3) 앞에 결합된 이러한 조정 에러를 보정하기 위해, 상기 스캐너 헤드(2)는 조정 장치 (1)의 적어도 일부를 포함하고, 제1 실시예에 따르면, 상기 조정 장치는 상기 스캐너 헤드(2)에 완전히 통합된다.

[0092] 여기서, 상기 빔 포지션 센서(4)는 상기 조정 장치의 구성 요소를 형성한다. 상기 빔 포지션 센서(4)를 통해, 상기 빔 포지션 시스템(3)과 상기 집속 광학계(15) 사이의 빔 경로 영역에서의 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)이 검출될 수 있다. 이 목적을 위해, 상기 빔 포지션 센서(4)는 상기 레이저 빔(9)의 전과 방향으로 상기 빔 포지션 시스템(3)의 하류(down-stream)에 위치한다. 또한, 상기 집속 광학계(15)의 상기 빔 포지션 센서(4)는 상기 레이저 빔(9)의 전과 방향으로 상류(upstream)에 위치한다. 따라서, 상기 빔 포지션 센서(4)는 상기 빔 포지션 시스템(3)과 상기 집속 광학계(15) 사이의 빔 경로 영역에서 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)을 검출할 수 있는 방식으로 상기 스캐너 헤드(2)에 통합된다.

[0093] 이 목적을 위해, 빔 스플리터 (20)는 상기 빔 포지션 시스템(3)과 상기 집속 광학계(15) 사이에 배치된다. 바람직하게는, 상기 빔 스플리터(20)는 반투명 미러(mirror)로서 형성된다. 상기 빔 스플리터(20)에 의해, 상기 레이저 빔(9)은 실제 포지션(19)이 변경되지 않고 상기 집속 광학계(15)에 이르는 빔 경로에서 결합될 수 있다. 상기 레이저 빔(9)의 분리된 부분은 이제 상기 빔 포지션 센서(4)에 의해 검출될 수 있다.

[0094] 도 1에 따르면, 상기 빔 스플리터(20)에 의해 전송된 레이저 광이 상기 빔 포지션 센서(4) 상으로 안내되고 상기 빔 스플리터(20)에 의해 반사된 레이저 광이 상기 집속 광학계(15) 상으로 안내되도록 상기 빔 포지션 센서(40)와 상기 빔 스플리터(20)가 서로에 대해 배치된다.

- [0095] 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)은 상기 레이저 빔(9)의 적어도 네 개의 독립적인 포지션 파라미터에 의해 결정된다. 상기 적어도 네 개의 독립적인 포지션 파라미터를 검출함으로써, 상기 빔 포지션 센서(4)는 상기 빔 포지션 시스템(3)과 상기 집속 광학계(15) 사이의 영역에서 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)을 간접적으로 감지한다. 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)을 결정하기 위한 상기 포지션 파라미터들은 병진 및/또는 회전 포지션 파라미터를 포함할 수 있다.
- [0096] 도 1에 따르면, 상기 빔 포지션 센서(4)는 여기서 상기 스캐너 헤드(2)에 통합된 컴퓨팅 유닛(5)에 연결된다. 이러한 연결에 의해, 상기 빔 포지션 센서(4)에 의해 결정되는 상기 레이저 빔(9)의 포지션 파라미터 또는 실제 포지션(19)은 컴퓨팅 유닛(5)에 전송될 수 있다.
- [0097] 상기 조정 장치(1)는 상기 레이저 빔(9)의 타겟 포지션(21)이 저장되는 메모리 유닛(6)을 더 포함한다. 상기 타겟 포지션(21)은 상기 빔 포지션 시스템(3)과 상기 집속 광학계(15) 사이의 영역에서 상기 레이저 빔(9)의 포지션을 포함한다. 조정 프로세스에서, 상기 타겟 포지션(21)은 이제 설정 및/또는 조정된다. 이를 위해, 상기 레이저 빔(9)의 타겟 포지션(21) 또는 상기 타겟 포지션(21)을 결정하는 적어도 네 개의 포지션 파라미터(21)가 상기 스캐너 헤드(2)의 이송 전에 공장에서 결정된다. 따라서, 상기 공장 캘리브레이션(교정) 프로세스에 의해, 상기 빔 포지션 시스템(3) 및/또는 상기 초점 세팅 유닛(17)의 제조 허용 오차가 고려될 수 있다. 공장에서 결정된 레이저 빔(9)의 타겟 포지션(21)은 상기 메모리 유닛(6)에 저장된다. 상기 메모리 유닛(6)은 별도의 유닛일 수도 있고 상기 컴퓨팅 유닛(5)에 통합될 수도 있다.
- [0098] 상기 컴퓨팅 유닛(5)은 상기 빔 포지션 센서(4)에 의해 검출된 실제 포지션(19)과 공장에서 결정되어 상기 메모리 유닛(6)에 저장되는 상기 레이저 빔(9)의 타겟 포지션(21)을 비교한다. 상기 빔 포지션 시스템(3)의 상류(upstream) 조정 오차가 존재하면, 상기 컴퓨팅 유닛(5)은 상기 실제 포지션(19)과 원하는 타겟 포지션(21)의 편차를 결정할 수 있다. 이 경우, 상기 컴퓨팅 유닛(5)은 보정 값을 산출한다.
- [0099] 상기 보정 값은 수행될 상기 빔 포지션 시스템(3), 특히 상기 평행 오프셋 유닛(10) 및/또는 상기 편향 유닛(11)의 재조정을 결정한다. 상기 컴퓨팅 유닛(5)은 반복 근사 처리(iterative approximation process) 및/또는 확률 탐색 처리(stochastic search process)를 이용하여 상기 보정 값을 계산한다. 상기 컴퓨팅 유닛(5)은 상기 제어 유닛(7)에 연결된다. 이에 의해, 상기 컴퓨팅 유닛(5)에 의해 결정된 보정 값이 상기 제어 유닛(7)에 전송될 수 있다. 상기 보정 값에 의해, 상기 빔 포지션 시스템(3), 특히 상기 평행 오프셋 유닛(10) 및/또는 상기 편향 유닛(11)의 적어도 하나의 광학 부재에 대한 재조정이 상기 제어 유닛(7)에 의해 수행된다.
- [0100] 유리하게도, 상기 빔 포지션 시스템(3)의 대응하는 재조정을 통해, 실제 포지션(19)이 조정의 실행 후에 타겟 포지션(21)에 일치하도록, 상류(upstream) 조정 에러가 보정될 수 있다. 선택적으로, 전술한 조정 프로세스는 또한 제어 루프로서 형성될 수 있고, 상기 보정 값에 의해 재조정된 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)은 상기 빔 포지션 센서(4)에 의해 센서를 통해 다시 검출되고, 추가적인 실제/타겟 포지션 비교의 틀 내에서 상기 컴퓨팅 유닛(5)에 의해 체크된다. 이 프로세스는 상기 실제 포지션(19)이 사전에 설정된 허용 오차 범위 내에 있을 때까지 수행될 수 있다.
- [0101] 상기 조정 프로세스는 온라인(즉, 가공 프로세스 중에)이 아니라 오프라인(즉, 실제 가공 프로세스 시작 전)에서 수행된다. 상기 오프라인 조정은 예를 들어 온도 또는 마모로 인한 정렬 불량을 교정할 수 있도록 상기 스캐너 헤드의 고착 측 설치시에 및/또는 사전에 설정된 시간 간격 내에 수행된다.
- [0102] 도 2는 제2 실시예에 따른 조정 장치(1)를 도시한다.
- [0103] 여기서, 도 1에 도시된 제1 실시예와 비교하여 그들의 디자인 및/또는 동작 방식에서 동일하고/동일하거나 적어도 비교 가능한 특성에 대해 동일한 참조 부호가 사용된다. 그들이 다시 상세하게 설명되지 않는 한, 그들의 디자인 및/또는 작동 방식은 이미 위에서 설명한 특성의 디자인 및/또는 작동 방식과 일치한다.
- [0104] 도 2에 도시된 조정 장치(1)는 도 1에 도시된 실시예와 같이, 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)을 검출하기 위한 빔 포지션 센서(4), 실제/타겟 값 비교를 수행하고(수행하거나) 보정 값을 계산하기 위한 컴퓨팅 유닛(5), 적어도 하나의 보정 값과 상기 레이저 빔 포지션에 영향을 주는 상기 빔 포지션 시스템(3)을 고려하여 상기 빔 포지션 시스템(3)을 재조정하는 제어 유닛(7)을 포함한다.
- [0105] 그러나, 도 1에 도시된 제1 실시예와 대조적으로, 상기 컴퓨팅 유닛(5)은 외부 컴퓨팅 유닛으로서 형성된다. 상기 컴퓨팅 유닛(5)을 상기 스캐너 헤드(2), 특히 그것의 빔 포지션 센서(4) 및/또는 제어 유닛(7)과 결합하기 위해, 상기 스캐너 헤드(2)는 외부 인터페이스(22)를 갖는 것을 특징으로 한다. 상기 외부 인터페이스는 케이블

기반 및/또는 케이블 없는 인터페이스를 포함 할 수 있다.

- [0106] 상기 레이저 빔(9)을 결정하는 데이터의 타겟 포지션을 갖는 상기 메모리 유닛(6)은 바람직하게는, 도 2에 도시된 바와 같이 상기 스캐너 헤드(2)에 통합된다. 이러한 방식으로, 공장에서 결정된 상기 타겟 포지션(21)이 공장에서 검사된 각각의 스캐너 헤드(2)에 개별적으로 할당되는 것이 보장될 수 있다. 그러나, 선택적으로, 저장된 타겟 포지션(21)을 갖는 상기 메모리 유닛(6)이 상기 외부의 컴퓨팅 유닛(5)에 통합되는 것도 고려될 수 있다.
- [0107] 도 3 및 도 4는 상기 빔 포지션 센서(4)의 두 개의 다른 실시 예를 나타낸다. 이미 상술한 바와 같이, 상기 빔 포지션 센서(4)는 그것에 의해, 상기 레이저 빔(9)의 적어도 네 개의 포지션 파라미터가 검출될 수 있는 방식으로 형성된다. 따라서, 상기 빔 포지션 센서(4)는 4D 센서로 지칭될 수도 있다.
- [0108] 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)은 적어도 네 개의 포지션 파라미터에 의해 결정된다. 따라서, 상기 빔 포지션 센서(4)는 상기 네 개의 포지션 파라미터에 의해 상기 레이저 빔(9)의 실제 포지션(19)을 간접적으로 검출한다. 이때, 상기 포지션 파라미터는 병진 및/또는 회전 포지션 파라미터일 수 있다.
- [0109] 도 3에 도시된 제1 실시예에서, 두 개의 병진 포지션 파라미터는 제1 이차원 센서(23, 제1 센서(23)임)에 의해 결정된다. 이들은 빔 포지션 센서 좌표계와 관련하여 x 좌표와 y 좌표일 수 있다.
- [0110] 상기 빔 포지션 센서(4)는 공간에서 상기 레이저 빔(9)의 각도 포지션을 결정할 수 있도록, 제2 이차원 센서(24, 제2 센서(24)임)를 갖는 것을 특징으로 한다. 이를 통해 두 개의 회전 포지션 파라미터가 결정된다. 이 목적을 위해, 센서 렌즈(25)는 상기 레이저 빔(9)의 전파 방향으로 제2 센서(24)의 상류에 위치한다. 이를 통해, 상기 레이저 빔의 규정된 편향이 일어나 각도 측정이 가능하다. 상기 빔 포지션 센서(4)로 들어가는 상기 레이저 빔(9)을 상기 두 개의 센서(23, 24)로 전달할 수 있도록, 센서 빔 스플리터(26)가 그 상류에 위치한다.
- [0111] 대안적으로, 도 4에 도시된 실시 예에 따르면, 상기 실제 포지션(19)은 상기 센서 빔 스플리터(26)에 대해 상이한 거리(제1 거리(27), 제2 거리(28))에 배치된 두 개의 센서(23, 24)에 의해 결정될 수 있다. 여기서, 상기 제1 센서(23)에 의해, 제1 x 좌표 및 제1 y 좌표가 검출되고, 상기 제2 센서(24)에 의해 제2 x 좌표 및 제2 y 좌표가 검출된다. 따라서, 기준 평면에 대한 알려진 거리(제1 거리(27), 제2 거리(28))에 기초하여, 상기 레이저 빔의 x 좌표, y 좌표 및 입사각은 상기 기준 평면에 대해 계산될 수 있다.
- [0112] 두 실시예에서, 상기 센서들(23, 24)은 예를 들어, 촬상 센서들, 특히 카메라 칩들일 수 있다 유사하게, 포지션 감지 다중 표면 다이오드(쿼드런트 다이오드(quadrant diodes)) 및/또는 파면 센서가 고려될 수 있다.
- [0113] 도 5는 빔 포지션이 네 개의 회전 가능한 단일 축 미러(29 : 29a, 29b, 29c, 29d)에 의해 조정될 수 있는 빔 포지션 시스템(3)의 실시 예를 도시한다. 상기 단일 축 미러(29a, 29b, 29c, 29d) 각각은 단일의 회전축 주위로만 회전 가능하다. 상기 회전축들이 모두 서로 평행하지 않고 상기 미러(mirror)들이 상이한 위치에 배치되기 때문에, 상기 회전축의 네 개의 설정 자유도는 상기 빔 포지션에 대한 네 개의 설정 자유도를 제공한다.
- [0114] 상기 빔 포지션 시스템(3)의 실시예는 또한 두 개의 별개의 서브 시스템들(즉, 별도의 평행 오프셋 유닛(10) 및 별도의 편향 유닛(11)으로)로 구성되지 않는 빔 포지션 시스템(3)의 일례이다. 오히려, 빔의 평행 변위 및 틸팅(tilting) 기능은 단일 시스템으로 통합된다.
- [0115] 도 6은 상기 빔 포지션 시스템(3)의 제2 실시예를 도시하고, 상기 빔 포지션은 두 개의 회전축 둘레로 기울어질 수 있는 두 개의 이축 미러(30 : 30a, 30b)에 의해 조정될 수 있다. 상기 빔 포지션에 대한 네 개의 설정 자유도는 미러 틸팅(tilting)의 2 자유도의 2 배에 의해 제공된다. 상기 빔 포지션 시스템(3)의 실시예는 두 개의 서브 시스템으로 구성되는 것이 아니라, 단일 미러 유닛에 통합된 방식으로 빔의 평행 변위 및 틸팅의 기능을 제공하는 빔 포지션 시스템의 부가적인 예이다.
- [0116] 상술한 실시예에서, 갈바노미터(galvanometer) 구동에 의한 미러(mirror)의 추진은 매우 역동적이고 동시에 빔 포지션의 매우 정확한 조정을 가능하게 하기 위해 특히 유리하다. 상기 빔 포지션 시스템(3)에서 상기 갈바노미터(galvanometer) 구동은 바람직하게는 상기 빔 포지션 센서(4)와 독립적으로 수행되는 펄스 포지션 제어에서 온라인 동작으로 동작된다. 따라서, 상기 갈바노미터(galvanometer) 구동으로 상기 빔 포지션 센서(4)와 독립적인 포지션 측정에 기초한다.
- [0117] 본 발명은 상술한 바와 같이 도시되고 기재된 실시 예들에 제한되지 않는다. 상이한 실시 예들에서 설명되고 설명된다고 할지라도, 특성들의 조합과 마찬가지로, 청구항들의 범위 내의 변형들이 가능하다.

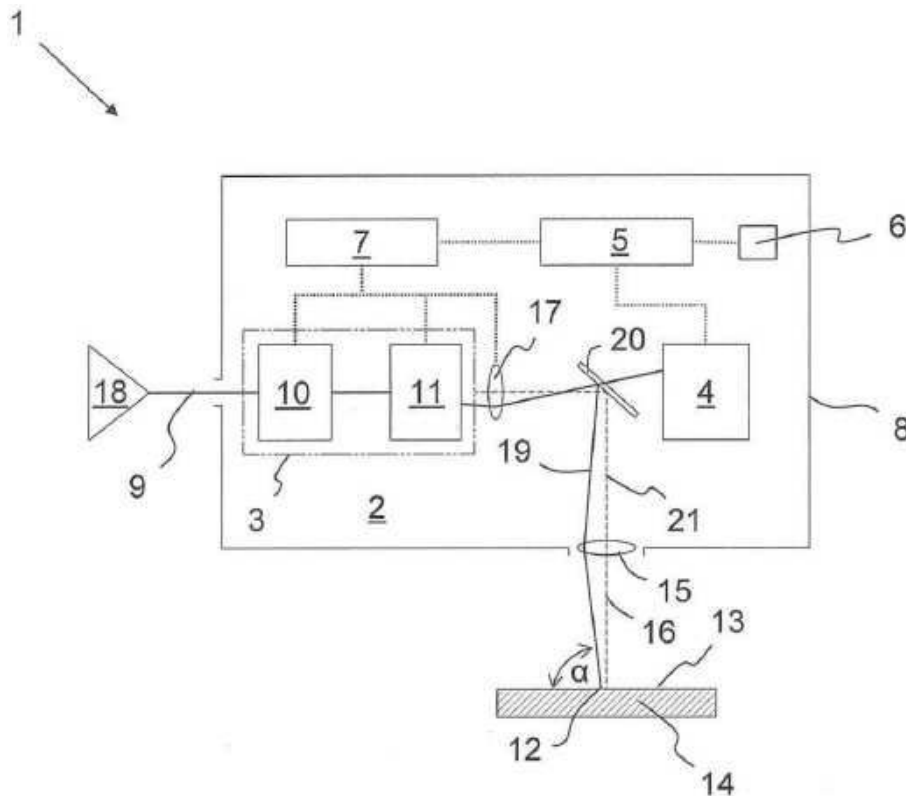
부호의 설명

[0118]

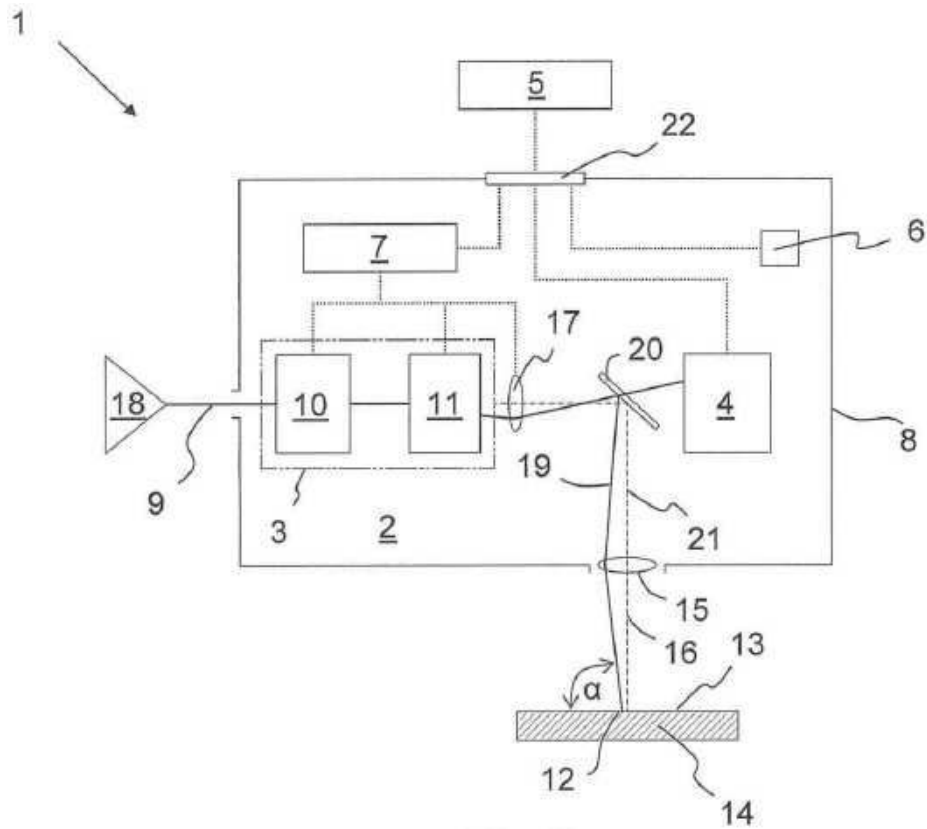
- 1 : 조정 장치 2 : 스캐너 헤드
 3 : 빔 포지션 시스템 4 : 빔 포지션 센서
 5 : 컴퓨팅 유닛 6 : 메모리 유닛
 7 : 제어 유닛 8 : 스캐너 하우징
 9 : 레이저 빔 10 : 평행 오프셋 유닛
 11 : 편향 유닛 12 : 가공 위치
 13 : 가공면 14 : 가공 대상물
 15 : 집속 광학계 16 : 광축
 17 : 초점 세팅 유닛 18 : 레이저 소스
 19 : 실제 포지션 20 : 빔 스플리터
 21 : 타겟 포지션 22 : 외부 인터페이스
 23 : 제1 센서 24 : 제2 센서
 25 : 센서 렌즈 26 : 센서 빔 스플리터
 27 : 제1 거리 28 : 제2 거리
 29 : 단일 축 미러 30 : 이축 미러

도면

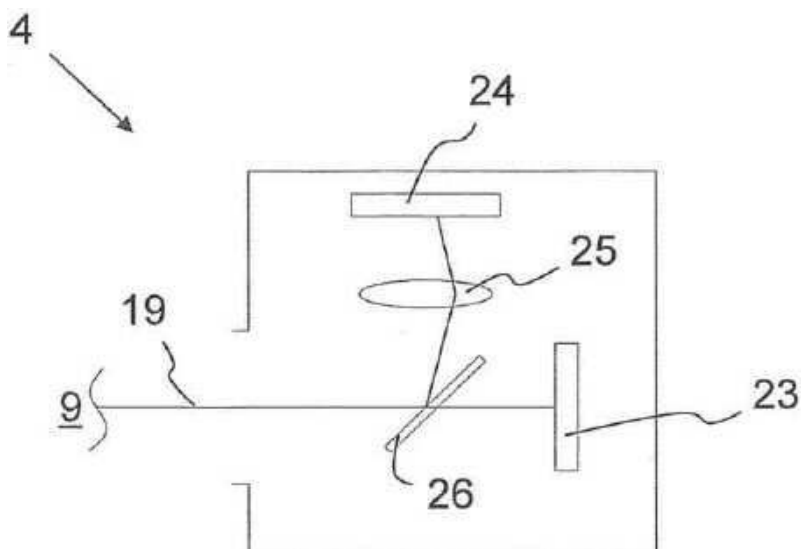
도면1



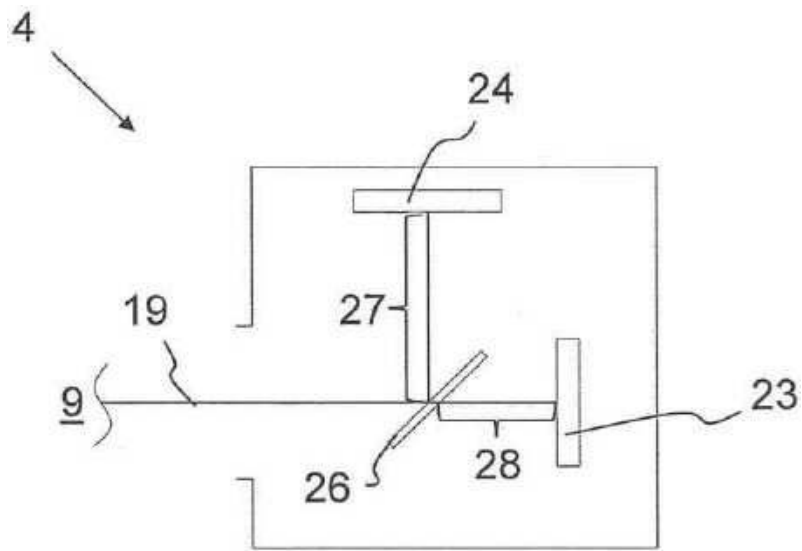
도면2



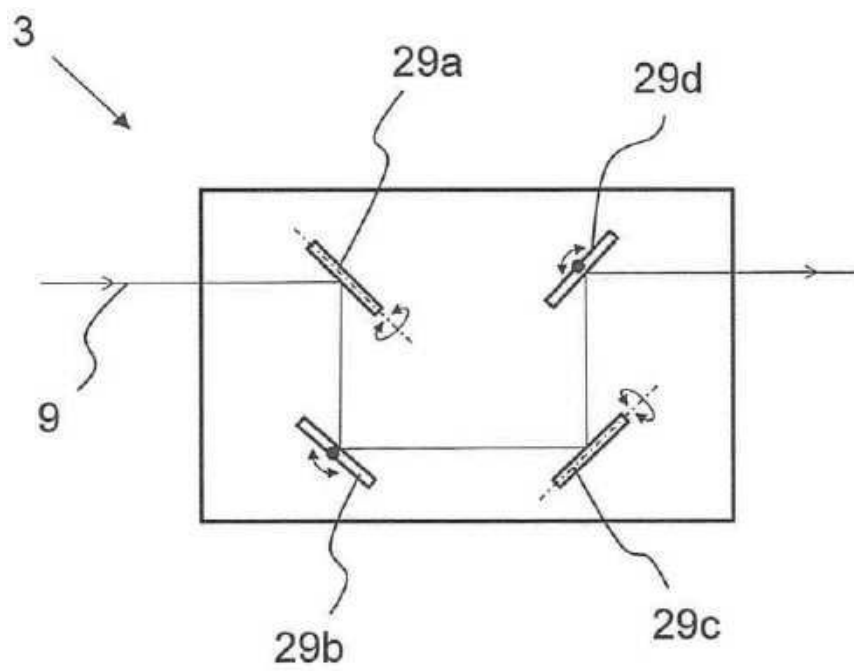
도면3



도면4



도면5



도면6

