



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0019067
(43) 공개일자 2025년02월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 13/08 (2006.01) B25J 15/00 (2006.01)
B25J 19/02 (2006.01) B25J 9/16 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B25J 13/08 (2013.01)
B25J 15/0019 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7042406
- (22) 출원일자(국제) 2022년06월02일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2024년12월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2022/022463
- (87) 국제공개번호 WO 2023/233615
국제공개일자 2023년12월07일

- (71) 출원인
가부시킴가이샤 니콘
일본 도쿄도 시나가와쿠 니시오이 1초메 5방 20고
- (72) 발명자
나카무라 다카시
일본 도쿄도 시나가와쿠 니시오이 1초메 5방 20고
가부시킴가이샤 니콘 나이
마스다 쇼타로
일본 도쿄도 시나가와쿠 니시오이 1초메 5방 20고
가부시킴가이샤 니콘 나이
미야카와 도모키
일본 도쿄도 시나가와쿠 니시오이 1초메 5방 20고
가부시킴가이샤 니콘 나이
- (74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 65 항

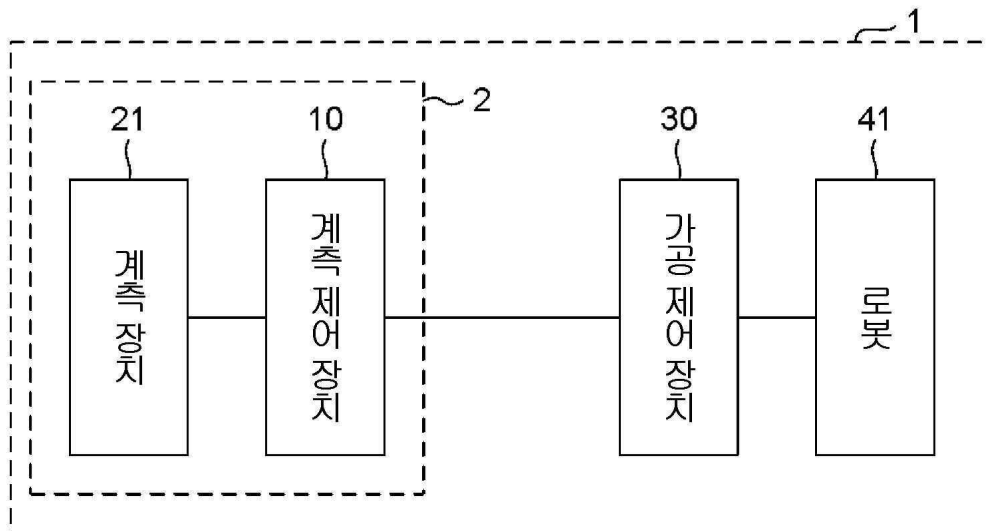
(54) 발명의 명칭 계측 시스템, 가공 시스템, 계측 방법 및 가공 방법

(57) 요약

가공 대상 및 그 가공 대상을 유지하는 지그 중 적어도 일방에 장착된 제 1 부재, 그리고, 가공 장치의 가동 부위에 장착된 제 2 부재에 계측광을 조사 가능한 계측 장치로서, 계측 좌표계에 있어서의 제 1 부재 및 제 2 부재 각각의 위치를 계측 가능한 계측 장치와, 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치를 구비한 계측 시스템.

계측 제어 장치는, 계측 장치가 계측한 계측 좌표계에 있어서의 제 1 부재의 위치를 나타내는 제 1 위치 정보와, 가공 좌표계에 있어서의 제 1 부재의 위치를 나타내는 제 2 위치 정보에 기초하여, 계측 장치가 계측한 계측 좌표계에 있어서의 제 2 부재의 위치를, 가공 좌표계에 있어서의 제 2 부재의 위치로 변환하는 연산부와, 변환된 가공 좌표계에 있어서의 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 3 위치 정보를, 가공 장치를 제어하는 가공 제어 장치에 송신 가능한 송신부를 구비한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B25J 19/021 (2013.01)

B25J 9/1656 (2013.01)

B25J 9/1697 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

가공 대상 및 상기 가공 대상을 유지하는 지그 중 적어도 일방에 장착된 제 1 부재, 그리고, 상기 가공 대상을 가공 가능한 가공 장치의 가동 부위에 장착된 제 2 부재에 계측광을 조사 가능한 계측 장치로서, 상기 계측 장치에 관한 좌표계인 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 각각의 위치를 계측 가능한 계측 장치와,

상기 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치를 구비한 계측 시스템으로서,

상기 계측 제어 장치는,

상기 계측 장치가 상기 제 1 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치를 나타내는 제 1 위치 정보와, 상기 가공 장치에 관한 좌표계인 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치를 나타내는 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하는 연산부와,

상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 3 위치 정보를, 상기 가공 장치를 제어하는 가공 제어 장치에 송신 가능한 송신부를 구비하는 계측 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

당해 계측 시스템은, 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 중 적어도 일방을 활상 가능한 활상 장치를 구비하고,

상기 계측 제어 장치는, 상기 활상 장치에 의한 활상 결과에 기초하여, 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 중 적어도 일방에 관한 상기 계측 장치의 계측을 제어하는 계측 시스템.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

당해 계측 시스템은, 상기 계측 장치로서의 제 1 계측 장치와, 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 중 적어도 일방을 상기 제 1 계측 장치보다 거친 정밀도로 계측 가능한 제 2 계측 장치를 구비하고,

상기 계측 제어 장치는, 상기 제 2 계측 장치에 의한 계측 결과에 기초하여, 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 중 적어도 일방에 관한 상기 제 1 계측 장치의 계측을 제어하는 계측 시스템.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연산부는, 상기 가공 대상을 가공 가능한 복수의 상기 가공 장치에 각각 장착되어 있는 복수의 상기 제 2 부재 각각의 상기 가공 좌표계에 있어서의 위치를 연산 가능한 계측 시스템.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 제어 장치는, 입력 장치를 구비하고,

상기 연산부는, 상기 제 1 위치 정보와, 상기 입력 장치를 통하여 입력된 상기 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 계측 좌표계에 있어서의 위치와 상기 가공 좌표계에 있어서의 위치를 변환하기 위한 제 1 변환 정보를 연산하는 계측 시스템.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 계측 제어 장치는, 입력 장치를 구비하고,

상기 연산부는, 상기 제 1 위치 정보와, 상기 입력 장치를 통하여 입력된 상기 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 계측 좌표계에 있어서의 위치와 상기 가공 좌표계에 있어서의 위치를 변환하기 위한 제 1 변환 정보를 연산하고,

상기 제 1 변환 정보는, 상기 복수의 상기 제 2 부재 각각의 상기 가공 좌표계에 있어서의 위치를 연산하기 위해 공용되는 계측 시스템.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 제어 장치는, 상기 가공 제어 장치로부터 상기 계측 장치에 계측을 개시시키기 위한 계측 개시 신호를 수신하는 수신부를 구비하는 계측 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 계측 제어 장치는, 상기 계측 개시 신호를 수신한 후이면서, 상기 제 2 부재가, 상기 계측 장치에 의해 상기 제 2 부재가 계측되는 위치에 위치하기 전에, 상기 계측 장치에 의해 상기 제 2 부재가 계측되는 상기 위치를 향하여 상기 계측광이 조사되도록, 상기 계측광의 사출 방향을 변경하는 계측 시스템.

청구항 9

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 수신부는, 계측을 개시하는 타이밍을 나타내는 타이밍 정보를 상기 가공 제어 장치로부터 수신하는 계측 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 계측 제어 장치는, 상기 타이밍 정보를 수신한 후이면서, 상기 제 2 부재가, 상기 계측 장치에 의해 상기 제 2 부재가 계측되는 위치에 위치하기 전에, 상기 계측 장치에 의해 상기 제 2 부재가 계측되는 상기 위치를 향하여 상기 계측광이 조사되도록, 상기 계측광의 사출 방향을 변경하는 계측 시스템.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 부재의 위치는, 상기 가동 부위에 있어서, 상기 가공 장치의 기준 부위에 대해 소정의 위치이고,

상기 제 2 부재는 상기 계측광을 반사 가능한 리플렉터인 계측 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 기준 부위는 툴 센터 포인트인 계측 시스템.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 제어 장치는, 상기 가공 장치의 동작시에, 상기 가공 장치의 동작에 수반하여 이동하는 상기 제 2 부재의 위치를 추정 가능한 추정부를 구비하고,

상기 계측 제어 장치는, 상기 추정부에 의해 추정된 상기 제 2 부재의 위치에 상기 계측광이 조사되도록 상기 계측광의 방향을 변경하는 계측 시스템.

청구항 14

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 상기 가공 장치의 동작에 수반하여 이동하는 상기 제 2 부재의 위치를 추미 (追尾) 가능한 추미 장치를 구비하는 계측 시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 계측 제어 장치는, 상기 가공 장치의 동작시에, 상기 가공 장치의 동작에 수반하여 이동하는 상기 제 2 부재의 위치를 추정 가능한 추정부를 구비하고,

상기 추정부는, 상기 추정된 상기 제 2 부재의 위치와, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치를 보정하는 계측 시스템.

청구항 16

제 1 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 부재는, 상기 계측광을 반사 가능한, 적어도 3 개의 리플렉터를 포함하는 계측 시스템.

청구항 17

제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 부재는, 상기 가공 대상의 위치의 기준을 나타내는 위치, 및 상기 지그의 위치의 기준을 나타내는 위치 중 적어도 일방에 장착되는 계측 시스템.

청구항 18

제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연산부는, 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트가 소정 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 4 위치 정보와, 상기 소정 위치에 대응하는 상기 툴 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 5 위치 정보에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와, 상기 툴 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고,

상기 연산부는, 상기 제 1 위치 정보 및 상기 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 툴 센터 포인트가 상기 소정 위치와는 상이한 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하고,

상기 송신부는, 상기 제 2 변환 정보와, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 상기 제 3 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 계측 시스템.

청구항 19

제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연산부는, 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트가 소정 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 4 위치 정보에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와 상기 툴 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고,

상기 연산부는, 상기 제 1 위치 정보 및 상기 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 툴 센터 포인트가 상기 소정 위치와는 상이한 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의

위치로 변환하고,

상기 연산부는, 상기 제 2 변환 정보에 기초하여, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를 상기 툴 센터 포인트의 위치로 변환하고,

상기 송신부는, 상기 제 3 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 것 대신에, 상기 변환된 상기 툴 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 6 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 계측 시스템.

청구항 20

제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

당해 계측 시스템은, 상기 계측 장치로서의 제 1 계측 장치와, 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트의 위치를 계측 가능한 제 3 계측 장치를 구비하고,

상기 연산부는, 상기 제 3 계측 장치가 상기 툴 센터 포인트의 위치를 계측하고 있는 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치와, 상기 제 3 계측 장치가 계측한 상기 툴 센터 포인트의 위치에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와 상기 툴 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고,

상기 연산부는, 상기 제 1 위치 정보 및 상기 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 제 3 계측 장치가 상기 툴 센터 포인트의 위치를 계측하고 있지 않은 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하고,

상기 송신부는, 상기 제 2 변환 정보와, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 상기 제 3 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 계측 시스템.

청구항 21

제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

당해 계측 시스템은, 상기 계측 장치로서의 제 1 계측 장치와, 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트의 위치를 계측 가능한 제 3 계측 장치를 구비하고,

상기 연산부는, 상기 제 1 위치 정보 및 상기 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 제 3 계측 장치가 상기 툴 센터 포인트의 위치를 계측하고 있지 않은 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하고,

상기 연산부는, 상기 제 3 계측 장치가 상기 툴 센터 포인트의 위치를 계측하고 있는 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치와, 상기 제 3 계측 장치가 계측한 상기 툴 센터 포인트의 위치에 기초하여, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 툴 센터 포인트의 위치로 변환하고,

상기 송신부는, 상기 제 3 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 것 대신에, 상기 변환된 툴 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 6 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 계측 시스템.

청구항 22

제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 또한, 상기 가동 부위의 위치에 따라 이동하는 기준 부재에 상기 계측광을 조사하여 상기 기준 부재의 위치를 계측함으로써 상기 가동 부위와 함께 이동하는 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트의 위치를 계측 가능하고,

상기 연산부는, 상기 기준 부재와 상기 제 2 부재의 위치 관계가 소정의 관계인 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 기준 부재 및 상기 제 2 부재 각각에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 툴 센터 포인트의 위치 및 상기 제 2 부재의 위치에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와 상기 툴 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고,

상기 연산부는, 상기 제 1 위치 정보 및 상기 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 위치 관계가 상기 소정의 관계와는 상이한 관계인 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하고,

상기 송신부는, 상기 제 2 변환 정보와, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 상기 제 3 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 계측 시스템.

청구항 23

제 1 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 또한, 상기 가동 부위의 위치에 따라 이동하는 기준 부재에 상기 계측광을 조사하여 상기 기준 부재의 위치를 계측함으로써 상기 가동 부위와 함께 이동하는 상기 가공 장치의 톨 센터 포인트의 위치를 계측 가능하고,

상기 연산부는, 상기 제 1 위치 정보 및 상기 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 기준 부재의 위치와 상기 제 2 부재의 위치 관계가 소정의 관계와는 상이한 관계인 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하고,

상기 연산부는, 상기 위치 관계가 상기 소정의 관계인 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 기준 부재 및 상기 제 2 부재 각각에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 톨 센터 포인트의 위치 및 상기 제 2 부재의 위치에 기초하여, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 톨 센터 포인트의 위치로 변환하고,

상기 송신부는, 상기 제 3 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 것 대신에, 상기 변환된 톨 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 6 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 계측 시스템.

청구항 24

가공 대상 및 상기 가공 대상을 유지하는 지그 중 적어도 일방에 장착된 제 1 부재, 그리고, 상기 가공 대상을 가공 가능한 가공 장치의 가동 부위에 장착된 제 2 부재에 계측광을 조사 가능한 계측 장치로서, 상기 계측 장치에 관한 좌표계인 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 각각의 위치를 계측 가능한 계측 장치와,

상기 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치를 구비한 계측 시스템으로서,

상기 계측 제어 장치는,

입력 장치와,

상기 계측 장치가 상기 제 1 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치와, 상기 입력 장치를 통해 입력된 상기 가공 장치에 관한 좌표계인 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치에 기초하여, 상기 계측 좌표계에 있어서의 위치와 상기 가공 좌표계에 있어서의 위치를 변환하기 위한 제 1 변환 정보를 연산하는 제 1 연산부와,

상기 제 1 변환 정보를, 상기 가공 장치의 이동을 상기 가공 장치에 관한 좌표계인 가공 좌표계 하에서 제어하는 가공 제어 장치에 송신 가능한 제 1 송신부를 구비하고,

상기 계측 제어 장치가, 상기 가공 제어 장치에 있어서, 상기 제 1 변환 정보에 기초하여 변환된, 상기 제 2 부재를 계측하기 위한 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치를 나타내는 제 7 위치 정보에 기초하여, 상기 계측 장치에 의한 상기 제 2 부재의 계측을 제어하는 계측 시스템.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 제 7 위치 정보는, 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치로서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재의 계측을 개시하는 상기 계측 좌표계에 있어서의 위치를 나타내는 계측 시스템.

청구항 26

제 24 항 또는 제 25 항에 있어서,

상기 계측 제어 장치는, 상기 가공 제어 장치로부터, 상기 계측 장치에 계측을 개시시키기 위한 계측 개시 신호를 수신하는 계측 시스템.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 계측 제어 장치는, 상기 계측 개시 신호를 수신한 후이면서, 상기 제 2 부재가 상기 제 7 위치 정보에 의해 나타내는 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치에 위치하기 전에, 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치를 향하여 상기 계측광이 조사되도록, 상기 계측광의 사출 방향을 변경하는 계측 시스템.

청구항 28

제 24 항 내지 제 27 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 제어 장치는, 상기 가공 제어 장치로부터, 상기 계측 장치에 계측을 개시시키는 타이밍을 나타내는 타이밍 정보를 수신하는 계측 시스템.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 계측 제어 장치는, 상기 타이밍 정보를 수신한 후이면서, 상기 제 2 부재가 상기 제 7 위치 정보에 의해 나타내는 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치에 위치하기 전에, 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치를 향하여 상기 계측광이 조사되도록, 상기 계측광의 사출 방향을 변경하는 계측 시스템.

청구항 30

제 24 항 내지 제 29 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 부재의 위치는, 상기 가동 부위에 있어서, 상기 가공 장치의 기준 부위에 대해 소정의 위치이고,

상기 제 2 부재는 상기 계측광을 반사 가능한 리플렉터인 계측 시스템.

청구항 31

제 30 항에 있어서,

상기 기준 부위는 톨 센터 포인트인 계측 시스템.

청구항 32

제 24 항 내지 제 31 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가공 장치의 기준 부위에 대해 소정의 위치에는 적어도 3 개의 리플렉터를 구비한 리플렉터 모듈이 배치되는 계측 시스템.

청구항 33

제 24 항 내지 제 32 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 제어 장치는, 상기 가공 장치의 동작시에, 상기 가공 장치의 동작에 수반하여 이동하는 상기 제 2 부재의 위치를 추정 가능한 추정부를 구비하고,

상기 계측 제어 장치는, 상기 추정된 상기 제 2 부재의 위치에 상기 계측광이 조사되도록 상기 계측광의 방향을 변경하는 계측 시스템.

청구항 34

제 24 항 내지 제 32 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 상기 가공 장치의 동작에 수반하여 이동하는 상기 제 2 부재의 위치를 추미 가능한 추미 장치를 구비하는 계측 시스템.

청구항 35

제 33 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 상기 가공 장치의 동작에 수반하여 이동하는 상기 제 2 부재의 위치를 추미 가능한 추미 장치를 구비하는 계측 시스템.

청구항 36

제 35 항에 있어서,

상기 추정부는, 상기 추정된 상기 제 2 부재의 위치와, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치를 보정하는 계측 시스템.

청구항 37

제 24 항 내지 제 36 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 부재는, 상기 계측광을 반사 가능한 적어도 3 개의 리플렉터를 포함하는 계측 시스템.

청구항 38

제 24 항 내지 제 37 항 중 어느 한 항에 있어서,

당해 계측 시스템은, 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 중 적어도 일방을 촬상 가능한 촬상 장치를 구비하고, 상기 계측 제어 장치는, 상기 촬상 장치에 의한 촬상 결과에 기초하여, 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 중 적어도 일방에 관한 상기 계측 장치의 계측을 제어하는 계측 시스템.

청구항 39

제 24 항 내지 제 38 항 중 어느 한 항에 있어서,

당해 계측 시스템은, 상기 계측 장치로서의 제 1 계측 장치와, 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 중 적어도 일방을 상기 제 1 계측 장치보다 거친 정밀도로 계측 가능한 제 2 계측 장치를 구비하고,

상기 계측 제어 장치는, 상기 제 2 계측 장치에 의한 계측 결과에 기초하여, 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 중 적어도 일방에 관한 상기 제 1 계측 장치의 계측을 제어하는 계측 시스템.

청구항 40

제 24 항 내지 제 39 항 중 어느 한 항에 있어서,

복수의 상기 제 2 부재가, 상기 가공 대상을 가공 가능한 복수의 상기 가공 장치에 각각 장착되어 있고,

상기 제 1 변환 정보는, 상기 복수의 상기 제 2 부재 각각의 상기 가공 좌표계에 있어서의 위치를 연산하기 위해 공용되는 계측 시스템.

청구항 41

제 24 항 내지 제 40 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 부재는, 상기 가공 대상의 위치의 기준을 나타내는 위치, 및 상기 지그의 위치의 기준을 나타내는 위치 중 적어도 일방에 장착되는 계측 시스템.

청구항 42

제 24 항 내지 제 41 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 연산부는, 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트가 소정 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기

제 2 부재에 조사한 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 4 위치 정보와, 상기 소정 위치에 대응하는 상기 튜 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 5 위치 정보에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와 상기 튜 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고,

상기 제 1 송신부는, 상기 제 1 변환 정보에 추가하여, 상기 제 2 변환 정보와, 상기 튜 센터 포인트가 상기 소정 위치와는 상이한 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 8 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 계측 시스템.

청구항 43

제 24 항 내지 제 41 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 연산부는, 상기 가공 장치의 튜 센터 포인트가 소정 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 4 위치 정보에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와 상기 튜 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고, 상기 튜 센터 포인트가 상기 소정 위치와는 상이한 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 제 2 변환 정보에 기초하여, 상기 튜 센터 포인트의 위치로 변환하고,

상기 제 1 송신부는, 상기 제 1 변환 정보에 추가하여, 상기 변환된 상기 튜 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 9 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 계측 시스템.

청구항 44

제 24 항 내지 제 41 항 중 어느 한 항에 있어서,

당해 계측 시스템은, 상기 계측 장치로서의 제 1 계측 장치와, 상기 가공 장치의 튜 센터 포인트의 위치를 계측 가능한 제 3 계측 장치를 구비하고,

상기 제 1 연산부는, 상기 제 3 계측 장치가 상기 튜 센터 포인트의 위치를 계측하고 있는 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치와, 상기 제 3 계측 장치가 계측한 상기 튜 센터 포인트의 위치에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와 상기 튜 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고,

상기 제 1 송신부는, 상기 제 1 변환 정보에 추가하여, 상기 제 2 변환 정보와, 상기 제 3 계측 장치가 상기 튜 센터 포인트를 계측하고 있지 않은 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 8 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 계측 시스템.

청구항 45

제 24 항 내지 제 41 항 중 어느 한 항에 있어서,

당해 계측 시스템은, 상기 계측 장치로서의 제 1 계측 장치와, 상기 가공 장치의 튜 센터 포인트의 위치를 계측 가능한 제 3 계측 장치를 구비하고,

상기 제 1 연산부는, 상기 제 3 계측 장치가 상기 튜 센터 포인트를 계측하고 있는 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치와, 상기 제 3 계측 장치가 계측한 상기 튜 센터 포인트의 위치에 기초하여, 상기 제 3 계측 장치가 상기 튜 센터 포인트를 계측하고 있지 않은 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 튜 센터 포인트의 위치로 변환하고,

상기 제 1 송신부는, 상기 제 1 변환 정보에 추가하여, 상기 변환된 튜 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 9 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 계측 시스템.

청구항 46

제 24 항 내지 제 41 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 또한, 상기 가동 부위의 위치에 따라 이동하는 기준 부재에 상기 계측광을 조사하여 상기 기

준 부재의 위치를 계측함으로써 상기 가동 부위와 함께 이동하는 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트의 위치를 계측 가능하고,

상기 제 1 연산부는, 상기 기준 부재와 상기 제 2 부재의 위치 관계가 소정의 관계인 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 기준 부재 및 상기 제 2 부재 각각에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 툴 센터 포인트의 위치 및 상기 제 2 부재의 위치에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와 상기 툴 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고,

상기 제 1 송신부는, 상기 제 1 변환 정보에 추가하여, 상기 제 3 변환 정보와, 상기 위치 관계가 상기 소정의 관계와는 상이한 관계인 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 8 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 계측 시스템.

청구항 47

제 24 항 내지 제 41 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 또한, 상기 가동 부위의 위치에 따라 이동하는 기준 부재에 상기 계측광을 조사하여 상기 기준 부재의 위치를 계측함으로써 상기 가동 부위와 함께 이동하는 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트의 위치를 계측 가능하고,

상기 제 1 연산부는, 상기 기준 부재와 상기 제 2 부재의 위치 관계가 소정의 관계인 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 기준 부재 및 상기 제 2 부재 각각에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 툴 센터 포인트의 위치 및 상기 제 2 부재의 위치에 기초하여, 상기 위치 관계가 상기 소정의 관계와는 상이한 관계인 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 툴 센터 포인트의 위치로 변환하고,

상기 제 1 송신부는, 상기 제 1 변환 정보에 추가하여, 상기 변환된 툴 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 9 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 계측 시스템.

청구항 48

제 1 항 내지 제 23 항 중 어느 한 항에 기재된 계측 시스템과,

상기 가공 대상을 가공 가능한 상기 가공 장치와,

상기 가공 장치의 이동을 상기 가공 좌표계 하에서 제어하는 상기 가공 제어 장치를 구비하고,

상기 가공 제어 장치가, 상기 제 3 위치 정보에 의해 나타내는 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치에 기초하여 상기 가공 좌표계 하에서 상기 가공 장치를 제어하는 가공 시스템.

청구항 49

제 48 항에 있어서,

상기 가공 제어 장치는, 상기 제 3 위치 정보에 기초하여, 상기 가공 장치에 의한 가공 위치를 제어하는 가공 시스템.

청구항 50

제 48 항 또는 제 49 항에 있어서,

상기 가공 제어 장치는, 상기 제 3 위치 정보에 기초하여, 상기 가공 장치의 원점 위치를 교정하는 가공 시스템.

청구항 51

제 48 항 내지 제 50 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연산부는, 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트가 소정 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 4 위치 정보와, 상기 소정 위치에 대응하는 상기 툴 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 5 위치 정보에 기초하여, 상기 제 2 부재의

위치와, 상기 튜 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고,

상기 연산부는, 상기 제 1 위치 정보 및 상기 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 튜 센터 포인트가 상기 소정 위치와는 상이한 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하고,

상기 송신부는, 상기 제 2 변환 정보와, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 상기 제 3 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하고,

상기 가공 제어 장치는, 상기 제 3 위치 정보에 의해 나타내는 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 제 2 변환 정보에 기초하여 상기 튜 센터 포인트의 위치로 변환하고, 상기 변환된 상기 튜 센터 포인트의 위치에 기초하여 상기 가동 부위의 이동을 제어하여, 상기 튜 센터 포인트의 위치를 이동시키는 가공 시스템.

청구항 52

제 48 항 내지 제 50 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연산부는, 상기 가공 장치의 튜 센터 포인트가 소정 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 4 위치 정보에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와 상기 튜 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고,

상기 연산부는, 상기 제 1 위치 정보 및 상기 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 튜 센터 포인트가 상기 소정 위치와는 상이한 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하고,

상기 연산부는, 상기 제 2 변환 정보에 기초하여, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를 상기 튜 센터 포인트의 위치로 변환하고,

상기 송신부는, 상기 제 3 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 것 대신에, 상기 변환된 상기 튜 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 6 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하고,

상기 가공 제어 장치는, 상기 제 6 위치 정보에 기초하여, 상기 가동 부위의 이동을 제어하여, 상기 튜 센터 포인트를 이동시키는 가공 시스템.

청구항 53

제 48 항 내지 제 50 항 중 어느 한 항에 있어서,

당해 가공 시스템은, 상기 계측 장치로서의 제 1 계측 장치와, 상기 가공 장치의 튜 센터 포인트의 위치를 계측 가능한 제 3 계측 장치를 구비하고,

상기 연산부는, 상기 제 3 계측 장치가 상기 튜 센터 포인트의 위치를 계측하고 있는 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치와, 상기 제 3 계측 장치가 계측한 상기 튜 센터 포인트의 위치에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와 상기 튜 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고,

상기 연산부는, 상기 제 1 위치 정보 및 상기 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 제 3 계측 장치가 상기 튜 센터 포인트의 위치를 계측하고 있지 않은 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하고,

상기 송신부는, 상기 제 2 변환 정보와, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 상기 제 3 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하고,

상기 가공 제어 장치는, 상기 제 3 위치 정보에 의해 나타내는 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 제 2 변환 정보에 기초하여 상기 튜 센터 포인트의 위치로 변환하고, 상기 변환된 상기 튜 센터 포인트의 위치에 기초하여 상기 가동 부위의 이동을 제어하여, 상기 튜 센터 포인트의 위치를 이동

시키는 가공 시스템.

청구항 54

제 48 항 내지 제 50 항 중 어느 한 항에 있어서,

당해 가공 시스템은, 상기 계측 장치로서의 제 1 계측 장치와, 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트의 위치를 계측 가능한 제 3 계측 장치를 구비하고,

상기 연산부는, 상기 제 1 위치 정보 및 상기 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 제 3 계측 장치가 상기 툴 센터 포인트의 위치를 계측하고 있지 않은 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하고,

상기 연산부는, 상기 제 3 계측 장치가 상기 툴 센터 포인트의 위치를 계측하고 있는 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치와, 상기 제 3 계측 장치가 계측한 상기 툴 센터 포인트의 위치에 기초하여, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를 상기 툴 센터 포인트의 위치로 변환하고,

상기 송신부는, 상기 제 3 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 것 대신에, 상기 변환된 상기 툴 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 6 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하고,

상기 가공 제어 장치는, 상기 제 6 위치 정보에 기초하여, 상기 가동 부위의 이동을 제어하여, 상기 툴 센터 포인트를 이동시키는 가공 시스템.

청구항 55

제 48 항 내지 제 50 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 또한, 상기 가동 부위와 함께 이동하는 기준 부재에 상기 계측광을 조사하여 상기 기준 부위의 위치를 계측함으로써 상기 가동 부위와 함께 이동하는 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트의 위치를 계측 가능하고,

상기 연산부는, 상기 기준 부재와 상기 제 2 부재의 위치 관계가 소정의 관계인 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 기준 부재 및 상기 제 2 부재 각각에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 툴 센터 포인트의 위치 및 상기 제 2 부재의 위치에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와 상기 툴 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고,

상기 연산부는, 상기 제 1 위치 정보 및 상기 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 위치 관계가 상기 소정의 관계와는 상이한 관계인 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하고,

상기 송신부는, 상기 제 2 변환 정보와, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 상기 제 3 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하고,

상기 가공 제어 장치는, 상기 제 3 위치 정보에 의해 나타내는 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 제 2 변환 정보에 기초하여, 상기 툴 센터 포인트의 위치로 변환하고, 상기 변환된 상기 툴 센터 포인트의 위치에 기초하여 상기 가동 부위의 이동을 제어하여, 상기 툴 센터 포인트의 위치를 이동시키도록 상기 가공 장치를 제어하는 가공 시스템.

청구항 56

제 48 항 내지 제 50 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 또한, 상기 가동 부위와 함께 이동하는 기준 부재에 계측광을 조사하여 상기 기준 부재의 위치를 계측함으로써 상기 가동 부위와 함께 이동하는 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트의 위치를 계측 가능하고,

상기 연산부는, 상기 제 1 위치 정보 및 상기 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 기준 부재의 위치와 상기 제 2 부재의 위치 관계가 소정의 관계와는 상이한 관계인 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된

상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하고,

상기 연산부는, 상기 위치 관계가 소정의 위치 관계인 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 기준 부재 및 상기 제 2 부재 각각에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 툴 센터 포인트의 위치 및 상기 제 2 부재의 위치에 기초하여, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 툴 센터 포인트의 위치로 변환하고,

상기 송신부는, 상기 제 3 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 것 대신에, 상기 변환된 상기 툴 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 6 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하고,

상기 가공 제어 장치는, 상기 제 6 위치 정보에 기초하여, 상기 가동 부위의 이동을 제어하여, 상기 툴 센터 포인트의 위치를 이동시키는 가공 시스템.

청구항 57

제 24 항 내지 제 47 항 중 어느 한 항에 기재된 계측 시스템과,

상기 가공 대상을 가공 가능한 상기 가공 장치와,

상기 가공 장치의 이동을 상기 가공 좌표계 하에서 제어하는 상기 가공 제어 장치를 구비하고,

상기 가공 제어 장치는,

상기 제 1 변환 정보에 기초하여, 상기 제 2 부재를 계측하기 위한 상기 가공 좌표계에 있어서의 계측 위치를, 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치로 변환하는 제 2 연산부와,

상기 변환된 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치를 나타내는 제 7 위치 정보를 상기 계측 제어 장치에 송신하는 제 2 송신부를 구비하는 가공 시스템.

청구항 58

제 57 항에 있어서,

상기 제 1 연산부는, 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트가 소정 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사한 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 4 위치 정보와, 상기 소정 위치에 대응하는 상기 툴 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 5 위치 정보에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와 상기 툴 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고,

상기 제 1 송신부는, 상기 제 1 변환 정보에 추가하여, 상기 제 2 변환 정보와, 상기 툴 센터 포인트가 상기 소정 위치와는 상이한 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 8 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하고,

상기 가공 제어 장치는, 상기 제 8 위치 정보에 의해 나타내는 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 제 2 변환 정보에 기초하여 상기 툴 센터 포인트의 위치로 변환하고, 상기 변환된 상기 툴 센터 포인트의 위치에 기초하여 상기 가동 부위의 이동을 제어하여, 상기 툴 센터 포인트의 위치를 이동시키는 가공 시스템.

청구항 59

제 57 항에 있어서,

상기 제 1 연산부는, 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트가 소정 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 4 위치 정보에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와 상기 툴 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고, 상기 툴 센터 포인트가 상기 소정 위치와는 상이한 위치에 위치한 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 제 2 변환 정보에 기초하여, 상기 툴 센터 포인트의 위치로 변환하고,

상기 제 1 송신부는, 상기 제 1 변환 정보에 추가하여, 상기 변환된 상기 툴 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 9 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하고,

상기 가공 제어 장치는, 상기 제 9 위치 정보에 의해 나타내는 상기 툴 센터 포인트의 위치에 기초하여, 상기

가동 부위의 이동을 제어하여, 상기 툴 센터 포인트를 이동시키는 가공 시스템.

청구항 60

제 57 항에 있어서,

당해 가공 시스템은, 상기 계측 장치로서의 제 1 계측 장치와, 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트의 위치를 계측 가능한 제 3 계측 장치를 구비하고,

상기 제 1 연산부는, 상기 제 3 계측 장치가 상기 툴 센터 포인트의 위치를 계측하고 있는 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치와, 상기 제 3 계측 장치가 계측한 상기 툴 센터 포인트의 위치에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와 상기 툴 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고,

상기 제 1 송신부는, 상기 제 1 변환 정보에 추가하여, 상기 제 2 변환 정보와, 상기 제 3 계측 장치가 상기 툴 센터 포인트의 위치를 계측하고 있지 않은 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 8 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하고,

상기 가공 제어 장치는, 상기 제 8 위치 정보에 의해 나타내는 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 제 2 변환 정보에 기초하여 상기 툴 센터 포인트의 위치로 변환하고, 상기 변환된 상기 툴 센터 포인트의 위치에 기초하여 상기 가동 부위의 이동을 제어하여, 상기 툴 센터 포인트의 위치를 이동시키는 가공 시스템.

청구항 61

제 57 항에 있어서,

당해 가공 시스템은, 상기 계측 장치로서의 제 1 계측 장치와, 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트의 위치를 계측 가능한 제 3 계측 장치를 구비하고,

상기 제 1 연산부는, 상기 제 3 계측 장치가 상기 툴 센터 포인트를 계측하고 있는 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치와, 상기 제 3 계측 장치가 계측한 상기 툴 센터 포인트의 위치에 기초하여, 상기 제 3 계측 장치가 상기 툴 센터 포인트를 계측하고 있지 않은 상태에서, 상기 제 1 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 툴 센터 포인트의 위치로 변환하고,

상기 제 1 송신부는, 상기 제 1 변환 정보에 추가하여, 상기 변환된 상기 툴 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 9 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하고,

상기 가공 제어 장치는, 상기 제 9 위치 정보에 기초하여, 상기 가동 부위의 이동을 제어하여, 상기 툴 센터 포인트를 이동시키는 가공 시스템.

청구항 62

제 57 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 또한, 상기 가동 부위와 함께 이동하는 기준 부재에 계측광을 조사하여 상기 기준 부재의 위치를 계측함으로써 상기 가동 부위와 함께 이동하는 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트의 위치를 계측 가능하고,

상기 제 1 연산부는, 상기 기준 부재와 상기 제 2 부재의 위치 관계가 소정의 관계인 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 기준 부재 및 상기 제 2 부재 각각에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 툴 센터 포인트의 위치 및 상기 제 2 부재의 위치에 기초하여, 상기 제 2 부재의 위치와 상기 툴 센터 포인트의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 정보를 연산하고,

상기 제 1 송신부는, 상기 제 1 변환 정보에 추가하여, 상기 제 2 변환 정보와, 상기 위치 관계가 상기 소정의 관계와는 상이한 관계인 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 8 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하고,

상기 가공 제어 장치는, 상기 제 8 위치 정보에 의해 나타내는 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 제 2 변환 정보에 기초하여 상기 툴 센터 포인트의 위치로 변환하고, 상기 변환된 툴 센터 포인트의 위치에 기초하여 상기 가동 부위의 이동을 제어하여, 상기 툴 센터 포인트의 위치를 이동시키도록 상기 가공 장치를 제어하는 가공 시스템.

템.

청구항 63

제 57 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 또한, 상기 가동 부위와 함께 이동하는 기준 부재에 계측광을 조사하여 상기 기준 부재의 위치를 계측함으로써 상기 가동 부위와 함께 이동하는 상기 가공 장치의 툴 센터 포인트의 위치를 계측 가능하고,

상기 제 1 연산부는, 상기 기준 부재와 상기 제 2 부재의 위치 관계가 소정의 관계인 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 기준 부재 및 상기 제 2 부재 각각에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 툴 센터 포인트의 위치 및 상기 제 2 부재의 위치에 기초하여, 상기 위치 관계가 상기 소정의 관계와는 상이한 관계인 상태에서, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 제 2 부재의 위치를 상기 툴 센터 포인트의 위치로 변환하고,

상기 제 1 송신부는, 상기 제 1 변환 정보에 추가하여, 상기 변환된 상기 툴 센터 포인트의 위치를 나타내는 제 9 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하고,

상기 가공 제어 장치는, 상기 제 9 위치 정보에 기초하여, 상기 가동 부위의 이동을 제어하여, 상기 툴 센터 포인트의 위치를 이동시키는 가공 시스템.

청구항 64

제 1 계측용 부재 및 가공 장치에 장착된 제 2 계측용 부재를 계측 가능한 계측 장치와,

상기 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치를 구비한 계측 시스템으로서,

상기 계측 제어 장치는,

상기 계측 장치에 의해 계측된 상기 제 1 계측용 부재의 위치에 기초하여, 상기 계측 장치에 의해 계측된 상기 제 2 계측용 부재의 위치를 변환하는 연산부와,

상기 변환된 상기 제 2 계측용 부재의 위치를 나타내는 위치 정보를, 상기 가공 장치를 제어하는 가공 제어 장치에 송신 가능한 송신부를 구비하는 계측 시스템.

청구항 65

제 1 계측용 부재 및 가공 장치에 장착된 제 2 계측용 부재를 계측 가능한 계측 장치와,

상기 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치를 구비한 계측 시스템으로서,

상기 계측 제어 장치는,

상기 계측 장치에 의해 계측된 상기 제 1 계측용 부재의 위치에 기초하여, 상기 계측 장치에 의해 계측된 상기 제 2 계측용 부재의 위치를 변환하기 위한 변환 정보를 연산하는 연산부와,

상기 변환 정보를, 상기 가공 장치를 제어하는 가공 제어 장치에 송신 가능한 송신부를 구비하는 계측 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 계측 시스템, 가공 시스템, 계측 방법 및 가공 방법의 기술 분야에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이러한 종류의 시스템에 있어서 사용되는 방법으로서, 서로 분리된 2 개의 계 각각에 있어서의 위치를 서로 연 관시키는 교정 방법이 제안되어 있다 (특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 미국 특허 제5,007,006호

발명의 내용

- [0004] 제 1 양태에 의하면, 가공 대상 및 상기 가공 대상을 유지하는 지그 중 적어도 일방에 장착된 제 1 부재, 그리고, 상기 가공 대상을 가공 가능한 가공 장치의 가동 부위에 장착된 제 2 부재에 계측광을 조사 가능한 계측 장치로서, 상기 계측 장치에 관한 좌표계인 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 각각의 위치를 계측 가능한 계측 장치와, 상기 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치를 구비한 계측 시스템으로서, 상기 계측 제어 장치는, 상기 계측 장치가 상기 제 1 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치를 나타내는 제 1 위치 정보와, 상기 가공 장치에 관한 좌표계인 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치를 나타내는 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하는 연산부와, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 3 위치 정보를, 상기 가공 장치를 제어하는 가공 제어 장치에 송신 가능한 송신부를 구비하는 계측 시스템이 제공된다.
- [0005] 제 2 양태에 의하면, 가공 대상 및 상기 가공 대상을 유지하는 지그 중 적어도 일방에 장착된 제 1 부재, 그리고, 상기 가공 대상을 가공 가능한 가공 장치의 가동 부위에 장착된 제 2 부재에 계측광을 조사 가능한 계측 장치로서, 상기 계측 장치에 관한 좌표계인 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 각각의 위치를 계측 가능한 계측 장치와, 상기 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치를 구비한 계측 시스템으로서, 상기 계측 제어 장치는, 입력 장치와, 상기 계측 장치가 상기 제 1 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치와, 상기 입력 장치를 통하여 입력된 상기 가공 장치에 관한 좌표계인 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치에 기초하여, 상기 계측 좌표계에 있어서의 위치와 상기 가공 좌표계에 있어서의 위치를 변환하기 위한 제 1 변환 정보를 연산하는 제 1 연산부와, 상기 제 1 변환 정보를, 상기 가공 장치의 이동을 상기 가공 장치에 관한 좌표계인 가공 좌표계 하에서 제어하는 가공 제어 장치에 송신 가능한 제 1 송신부를 구비하고, 상기 계측 제어 장치는, 상기 가공 제어 장치에 있어서, 상기 제 1 변환 정보에 기초하여 변환된, 상기 제 2 부재를 계측하기 위한 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치를 나타내는 제 7 위치 정보에 기초하여, 상기 계측 장치에 의한 상기 제 2 부재의 계측을 제어하는 계측 시스템이 제공된다.
- [0006] 제 3 양태에 의하면, 제 1 양태에 의해 제공되는 계측 시스템과, 상기 가공 대상을 가공 가능한 상기 가공 장치와, 상기 가공 장치의 이동을 상기 가공 좌표계 하에서 제어하는 상기 가공 제어 장치를 구비하고, 상기 가공 제어 장치는, 상기 제 3 위치 정보에 의해 나타내는 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치에 기초하여 상기 가공 좌표계 하에서 상기 가공 장치를 제어하는 가공 시스템이 제공된다.
- [0007] 제 4 양태에 의하면, 제 2 양태에 의해 제공되는 계측 시스템과, 상기 가공 대상을 가공 가능한 상기 가공 장치와, 상기 가공 장치의 이동을 상기 가공 좌표계 하에서 제어하는 가공 제어 장치를 구비하고, 상기 가공 제어 장치는, 상기 제 1 변환 정보에 기초하여, 상기 제 2 부재를 계측하기 위한 상기 가공 좌표계에 있어서의 계측 위치를, 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치로 변환하는 제 2 연산부와, 상기 변환된 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치를 나타내는 제 7 위치 정보를 상기 계측 제어 장치에 송신하는 제 2 송신부를 구비하는 가공 시스템이 제공된다.
- [0008] 제 5 양태에 의하면, 제 1 계측용 부재, 및 가공 장치에 장착된 제 2 계측용 부재를 계측 가능한 계측 장치와, 상기 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치를 구비한 계측 시스템으로서, 상기 계측 제어 장치는, 상기 계측 장치에 의해 계측된 상기 제 1 계측용 부재의 위치에 기초하여, 상기 계측 장치에 의해 계측된 상기 제 2 계측용 부재의 위치를 변환하는 연산부와, 상기 변환된 상기 제 2 계측용 부재의 위치를 나타내는 위치 정보를, 상기 가공 장치를 제어하는 가공 제어 장치에 송신 가능한 송신부를 구비하는 계측 시스템이 제공된다.
- [0009] 제 6 양태에 의하면, 제 1 계측용 부재 및 가공 장치에 장착된 제 2 계측용 부재를 계측 가능한 계측 장치와, 상기 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치를 구비한 계측 시스템으로서, 상기 계측 제어 장치는, 상기 계측 장치에 의해 계측된 상기 제 1 계측용 부재의 위치에 기초하여, 상기 계측 장치에 의해 계측된 상기 제 2 계측용 부재의 위치를 변환하기 위한 변환 정보를 연산하는 연산부와, 상기 변환 정보를, 상기 가공 장치를 제어하는 가공 제어 장치에 송신 가능한 송신부를 구비하는 계측 시스템이 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1 은, 시스템의 개요를 나타내는 사시도이다.
- 도 2 는, 시스템의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 3 은, 계측 제어 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 4 는, 가공 제어 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 5 는, 로봇 아암의 선단 부분을 나타내는 도면이다.
- 도 6 은, 계측 제어 장치의 연산 장치의 동작의 일례를 나타내는 플로 차트이다.
- 도 7 은, 계측 장치와 스테레오 카메라의 위치 관계의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 8 은, 로봇 아암에 장착되는 리플렉터 모듈의 제 1 변형예를 나타내는 도면이다.
- 도 9 는, 복수의 안테나의 배치의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 10 은, 로봇 아암에 장착되는 리플렉터 모듈의 제 2 변형예를 나타내는 도면이다.
- 도 11 은, 툴 센터 포인트의 위치의 계측 방법의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 12 는, 툴 센터 포인트의 위치의 계측 방법의 다른 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 13 은, 툴 센터 포인트의 위치의 계측 방법의 다른 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 14 는, 툴 센터 포인트의 위치의 계측 방법의 다른 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 15 는, 툴 센터 포인트의 위치의 계측 방법의 다른 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 16 은, 계측 제어 장치의 연산 장치의 동작의 다른 일례를 나타내는 플로 차트이다.
- 도 17 은, 시스템의 변형예의 개요를 나타내는 사시도이다.
- 도 18 은, 시스템의 변형예의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 19 는, 계측 제어 장치의 연산 장치의 동작의 다른 일례를 나타내는 플로 차트이다.
- 도 20 은, 인티그레이션 스레쉬홀드 처리의 개념을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 21 은, 리플렉터의 계측의 순서를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 22 는, 계측광의 조사 타이밍을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 23 은, 계측광의 조사 방법의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 24 는, 정지(靜止) 판정의 개념을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 25 는, 계측광의 조사 방법의 다른 일례를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 계측 시스템, 가공 시스템, 계측 방법 및 가공 방법의 실시형태에 대해 설명한다. 이하에 나타내는 실시형태에서는, 시스템 (1) 에, 계측 시스템, 가공 시스템, 계측 방법 및 가공 방법이 적용되는 예를 설명한다.
- [0012] 실시형태에 관련된 시스템 (1) 에 대해 도 1 내지 도 25 를 참조하여 설명한다. 또한, 시스템 (1) 은, 가공 시스템이라고 칭해져도 된다.
- [0013] (1) 시스템 (1) 의 개요
- [0014] 시스템 (1) 의 개요에 대해 도 1 및 도 2 를 참조하여 설명한다. 도 1 및 도 2 에 있어서, 시스템 (1) 은, 계측 제어 장치 (10), 계측 장치 (21), 가공 제어 장치 (30) 및 로봇 (41) 을 구비한다. 로봇 (41) 은, 가공 장치라고 칭해져도 된다. 계측 제어 장치 (10) 는 계측 장치 (21) 를 제어한다. 가공 제어 장치 (30) 는 로봇 (41) 을 제어한다. 계측 제어 장치 (10) 및 가공 제어 장치 (30) 는, 서로 통신 가능하다. 또한, 계측 제어 장치 (10) 및 계측 장치 (21) 에 의해, 계측 시스템 (2) 이 구성되어 있어도 된다.

- [0015] 계측 제어 장치 (10) 는, 도 3 에 나타내는 바와 같이, 연산 장치 (11), 기억 장치 (12), 통신 장치 (13), 입력 장치 (14) 및 출력 장치 (15) 를 구비한다. 연산 장치 (11), 기억 장치 (12), 통신 장치 (13), 입력 장치 (14) 및 출력 장치 (15) 는, 데이터 버스 (16) 를 통하여 접속되어 있어도 된다.
- [0016] 가공 제어 장치 (30) 는, 도 4 에 나타내는 바와 같이, 연산 장치 (31), 기억 장치 (32), 통신 장치 (33), 입력 장치 (34) 및 출력 장치 (35) 를 구비한다. 연산 장치 (31), 기억 장치 (32), 통신 장치 (33), 입력 장치 (34) 및 출력 장치 (35) 는, 데이터 버스 (36) 를 통하여 접속되어 있어도 된다.
- [0017] 연산 장치 (11 및 31) 는, 예를 들어 CPU (Central Processing Unit), GPU (Graphical Processing Unit) 및 FPGA (Field Programmable Gate Array) 중 적어도 하나를 포함하고 있어도 된다.
- [0018] 기억 장치 (12 및 32) 는, 예를 들면 RAM (Random Access Memory), ROM (Read Only Memory), 하드 디스크 장치, 광자기 디스크 장치, SSD (Solid State Drive) 및 하드 디스크 어레이 중 적어도 하나를 포함하고 있어도 된다. 즉, 기억 장치 (12 및 32) 는, 일시적이 아닌 기억 매체를 포함하고 있어도 된다.
- [0019] 통신 장치 (13) 는, 계측 장치 (21) 및 가공 제어 장치 (30) 각각과 통신 가능하다. 통신 장치 (13) 는, 도시 생략된 네트워크를 통하여, 계측 장치 (21) 및 가공 제어 장치 (30) 와는 상이한 다른 장치와 통신 가능해 도 된다. 통신 장치 (33) 는, 로봇 (41) 및 계측 제어 장치 (10) 각각과 통신 가능하다. 통신 장치 (33) 는, 도시하지 않은 네트워크를 통해, 로봇 (41) 및 계측 제어 장치 (10) 와는 상이한 다른 장치와 통신 가능해 도 된다. 또한, 네트워크는 유선이어도 무선이어도 된다.
- [0020] 입력 장치 (14 및 34) 는, 예를 들면 키보드, 마우스 및 터치 패널 중 적어도 하나를 포함하고 있어도 된다. 입력 장치 (14 및 34) 는, 예를 들어 USB (Universal Serial Bus) 메모리 등의 착탈 가능한 기록 매체에 기록되어 있는 정보를 읽어낼 수 있는 기록 매체 판독 장치를 포함하고 있어도 된다.
- [0021] 또한, 계측 제어 장치 (10) 에, 통신 장치 (13) 를 통해 정보가 입력되는 경우 (바꿔 말하면, 계측 제어 장치 (10) 가 통신 장치 (13) 를 통해 정보를 취득하는 경우), 통신 장치 (13) 는 입력 장치로서 기능해도 된다. 가공 제어 장치 (30) 에, 통신 장치 (33) 를 통해 정보가 입력되는 경우 (바꿔 말하면, 가공 제어 장치 (30) 가 통신 장치 (33) 를 통해 정보를 취득하는 경우), 통신 장치 (33) 는 입력 장치로서 기능해도 된다.
- [0022] 출력 장치 (15 및 35) 는, 예를 들면 디스플레이, 스피커 및 프린터 중 적어도 하나를 포함하고 있어도 된다. 출력 장치 (15 및 35) 는, 예를 들어 USB 메모리 등의 착탈 가능한 기억 매체에, 정보를 출력 가능해도 된다. 또한, 계측 제어 장치 (10) 로부터 통신 장치 (13) 를 통해 정보가 출력되는 경우, 통신 장치 (13) 는 출력 장치로서 기능해도 된다. 가공 제어 장치 (30) 로부터 통신 장치 (33) 를 통해 정보가 출력되는 경우, 통신 장치 (33) 는 출력 장치로서 기능해도 된다.
- [0023] 시스템 (1) 에 있어서, 로봇 (41) 은, 지그 (90) 에 유지된 워크 (W) (도 1 참조) 를 가공 대상으로 하고 있다. 가공 제어 장치 (30) 는, 계측 제어 장치 (10) 로부터 취득한 계측 장치 (21) 에 의한 계측 결과에 기초하여, 로봇 (41) 을 제어한다. 가공 제어 장치 (30) 는, 예를 들어, 로봇 (41) 의 로봇 아암 (410) 의 선단에 장착된 엔드 이펙터가, 목적의 위치로 이동하도록, 로봇 (41) 을 제어한다. 가공 제어 장치 (30) 가 로봇 (41) 을 제어함으로써, 로봇 (41) 에 의해 워크 (W) 가 가공된다. 또한, 로봇 (41) 의 제어는, 로봇 (41) 의 운동 양태 (로봇 (41) 의 가동 부위의 이동 양태) 의 제어여도 된다. 또한, 지그 (90) 는, 유지구, 장착 부재, 고정 부재, 또는 클램프라고 칭해져도 된다.
- [0024] (2) 좌표계의 변환
- [0025] 계측 장치 (21) 를 포함하는 계측 시스템 (2) 과, 로봇 (41) 을 제어하는 가공 제어 장치 (30) 는, 각각 독자적인 좌표계를 사용하고 있다. 구체적으로는, 계측 시스템 (2) 에서는, 계측 장치 (21) 에 관한 좌표계인 계측 좌표계가 사용되는 한편, 가공 제어 장치 (30) 에서는, 로봇 (41) 에 관한 좌표계인 로봇 좌표계가 사용된다. 즉, 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 장치 (21) 를 계측 좌표계 하에서 제어한다. 가공 제어 장치 (30) 는, 로봇 (41) 의 이동을 로봇 좌표계 하에서 제어한다.
- [0026] 또한, 가공 제어 장치 (30) 는, 로봇 (41) 의 이동을 계측 좌표계 하에서 제어해도 된다. 시스템 (1) 이 복수의 로봇을 포함하는 경우 (예를 들어 도 17 및 도 18 참조), 로봇 좌표계는, 복수의 로봇에 공통의 좌표계여 도 되고, 로봇마다 로봇 좌표계가 설정되어 있어도 된다 (이 경우, 하나의 로봇에 하나의 로봇 좌표계가 설정되 고, 다른 로봇에 다른 로봇 좌표계가 설정되어도 된다).
- [0027] 이 때문에, 예를 들면 계측 장치 (21) 에 의한 계측 결과를, 계측 시스템 (2) 및 가공 제어 장치 (30) 가 공유

하기 위해서는 (바꿔 말하면, 계측 시스템 (2) 과 가공 제어 장치 (30) 를 연계하기 위해서는), 계측 좌표계와 로봇 좌표계의 변환이 필요하다. 또한, 로봇 좌표계는, 예를 들어, 서로 직교하는 x 축, y 축 및 z 축으로 구성되는 직교 좌표계여도 된다. 계측 좌표계는, 예를 들어, 서로 직교하는 x 축, y 축 및 z 축으로 구성되는 직교 좌표계여도 된다. 로봇 좌표계는, 가공 좌표계로 칭해져도 된다.

[0028] (2-1) 계측 장치 (21)

[0029] 계측 장치 (21) 는, 예를 들어 워크 (W) 나 로봇 (41) 의 위치를 계측한다. 여기서, 워크 (W) 는, 예를 들어 항공기의 동체 등의 비교적 큰 구조체여도 된다. 비교적 큰 구조체인 워크 (W) 를 계측 대상으로 하는 계측 장치 (21) 는, 예를 들면 비교적 넓은 공간을 계측 가능한 3 차원 계측기여도 된다. 이러한 계측 장치 (21) 의 일례로서 레이저 트래커를 들 수 있다. 레이저 트래커는, 계측 대상에 접촉시킨 리플렉터 (프로브라고도 칭해진다) 에 레이저광을 조사하고, 그 리플렉터로부터 반사된 레이저광이 발광원으로 되돌아오으로써, 계측 대상의 3 차원 위치를 결정하는 광학식 계측기이다. 또한, 레이저광은, 계측광이라고 칭해져도 된다.

[0030] 계측 장치 (21) 에 의한 위치의 계측을 가능하게 하기 위해, 예를 들어, 지그 (90) 에는 리플렉터 (r11) 가 장착되어 있고, 워크 (W) 에는 리플렉터 (r12 및 r13) 가 장착되어 있다 (도 1 참조). 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 는, 제 1 부재라고 칭해져도 된다. 즉, 제 1 부재에는, 계측광을 반사 가능한 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 가 포함되어도 된다. 또한, 워크 (W) 에 리플렉터가 장착되지 않는 한편, 지그 (90) 에 적어도 3 개의 리플렉터가 장착되어도 된다.

[0031] 로봇 (41) 의 로봇 아암 (410) 에는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 를 포함하는 리플렉터 모듈 (r2) 이 장착되어 있다 (도 5 참조). 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 는, 제 2 부재라고 칭해져도 된다. 로봇 아암 (410) 은, 가동 부위라고 칭해져도 된다.

[0032] 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각에, 예를 들면 레이저광이어도 되는 계측광을 조사 가능하다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치를 계측 가능하다. 동일하게, 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 에 계측광을 조사 가능하다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측 가능하다. 즉, 워크 (W) 의 위치를 계측하는 것은, 워크 (W) 상의 특정 개소의 위치를 직접적으로 계측하는 것에 한정되지는 않고, 워크 (W) 에 장착된 리플렉터의 위치를 계측하는 것이나, 워크 (W) 를 유지하는 지그 (90) 에 장착된 리플렉터의 위치를 계측하는 것 등의 간접적인 위치 계측을 포함하고 있어도 된다. 동일하게 로봇 (41) 의 위치를 계측하는 것은, 로봇 (41) 에 있어서의 특정 개소의 위치를 직접적으로 계측하는 것에 한정되지는 않고, 로봇 (41) 에 장착된 리플렉터의 위치를 계측하는 것 등의 간접적인 위치 계측을 포함하고 있어도 된다.

[0033] 또한, 「리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각에 조사된 계측광에 기초하여」는, 「리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각에 계측광이 조사됨으로써 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각으로부터 생기는 계측광을 계측 장치 (21) 가 수광하여」라고 바꿔 말해도 된다. 동일하게, 「리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 조사된 계측광에 기초하여」는, 「리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 계측광이 조사됨으로써 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각으로부터 생기는 계측광을 계측 장치 (21) 가 수광하여」라고 바꿔 말해도 된다.

[0034] 또한, 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 를 제 1 부재로 바꿔 말하고, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 는 제 2 부재로 바꿔 말하면, 계측 장치 (21) 는, 가공 대상이라고 칭할 수 있는 워크 (W), 및 워크 (W) 를 유지하는 지그 (90) 중 적어도 일방에 장착된 제 1 부재, 그리고 워크 (W) 를 가공 가능한 로봇 (41) 의 로봇 아암 (410) 에 장착된 제 2 부재에 계측광을 조사 가능하며, 계측 좌표계에 있어서의 제 1 부재 및 제 2 부재 각각의 위치를 측정 가능하다고 할 수 있다.

[0035] 지그 (90) 에 장착되어 있는 리플렉터 (r11), 및 워크 (W) 에 장착되어 있는 리플렉터 (r12 및 r13) 각각의 위치는, 시스템 (1) 의 사용자에게 의해 관리되고 있는 경우가 많다. 이 때문에, 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치는, 로봇 좌표계에 있어서 미리 알고 있는 경우가 많다.

[0036] 또한, 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치는 미리 알려져 있지 않아도 된다. 이 경우, 예를 들면, 리플렉터를 사용하여 면, 선, 점 등의 피처를 정의하고, 그 정의된 피처를 이용하여 좌표계가 구축되어도 된다. 구체적으로는, 제 1 면 상에 3 개의 리플렉터를 배치하고, 그 제 1 면과 교차하는 제 2 면 상에 3 개의 리플렉터를 배치하고, 그 제 1 면 및 제 2 면과 교차하는 제 3 면 상에 3 개의 리플렉터를 배치하여, 각 면 상에 배

치된 3 개의 리플렉터를 사용하여 각 면을 정의함으로써, 좌표계가 구축되어도 된다. 예를 들면, 3 개의 리플렉터를 사용하여 정의된 면과, 그 3 개의 리플렉터와는 상이한 2 개의 리플렉터를 사용하여 정의된 선의 조합에 의해, 좌표계가 구축되어도 된다. 예를 들면, 3 개의 리플렉터를 사용하여 정의된 면과, 그 3 개의 리플렉터와는 상이한 1 개의 리플렉터를 사용하여 정의된 점의 조합에 의해, 좌표계가 구축되어도 된다. 예를 들면, 3 개의 리플렉터를 사용하여 정의된 면과, 2 개의 리플렉터를 사용하여 정의된 선과, 1 개의 리플렉터를 사용하여 정의된 점의 조합에 의해, 좌표계가 구축되어도 된다.

[0037] 본 실시형태에서는, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치를 미리 알고 있는 것으로서 설명한다. 본 실시형태에서는, 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 는, 기준 위치를 정의하기 위한 부재로서 기능한다. 이 때문에, 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 는, 레퍼런스 리플렉터라고 칭해져도 된다. 리플렉터 (r11) 는, 지그 (90) 의 기준을 나타내는 위치에 장착되어도 된다. 또한, 리플렉터 (r11) 의 위치를 지그 (90) 의 기준을 나타내는 위치로 해도 된다. 리플렉터 (r12 및 r13) 는, 가공 대상이라고 칭할 수 있는 워크 (W) 의 위치의 기준을 나타내는 위치 (예를 들면 마스터 홀) 에 장착되어도 된다. 또한, 리플렉터 (r12 및 r13) 가 장착된 위치를 워크 (W) 의 위치의 기준으로 해도 된다.

[0038] (2-2) 좌표 변환

[0039] 계측 장치 (21) 는, 전술한 바와 같이, 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각에 계측광을 조사 가능하다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r11) 에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r11) 의 위치를 계측한다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r12) 에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r12) 의 위치를 계측한다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r13) 에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r13) 의 위치를 계측한다.

[0040] 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치를 나타내는 제 1 위치 정보를, 계측 장치 (21) 로부터 취득한다. 연산 장치 (11) 는, 예를 들어 입력 장치 (14) 를 통해 입력된 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치를 나타내는 제 2 위치 정보를 취득한다. 또한, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치는, 계측 제어 장치 (10) 에 자동 입력되어도 된다 (즉, 입력 장치 (14) 를 통하여 입력되지 않아도 된다). 연산 장치 (11) 는, 예를 들어, 가공 제어 장치 (30) 에 입력된 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치를 선택함으로써, 제 2 정보를 취득해도 된다.

[0041] 연산 장치 (11) 는, 제 1 위치 정보 및 제 2 위치 정보에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 위치와 로봇 좌표계에 있어서의 위치를 변환하기 위한 제 1 변환 행렬을 구한다. 제 1 변환 행렬은, 예를 들어, 위치의 회전 변환을 실시하는 회전 행렬과, 위치를 병행 이동시키는 병진 행렬을 포함하고 있어도 된다. 제 1 변환 행렬은, 통신 장치 (13) 에 의해 가공 제어 장치 (30) 에 송신되어도 된다. 즉, 제 1 송신부라고 칭할 수 있는 통신 장치 (13) 는, 제 1 변환 행렬을 가공 제어 장치에 송신해도 된다. 또한, 제 1 변환 행렬을 구하는 방법에는 기존의 각종 양태를 적용 가능하기 때문에, 그 상세에 대한 설명은 생략한다. 또한, 제 1 변환 행렬을 구하는 것은, 제 1 변환 행렬을 연산한다라고 칭해져도 된다. 제 1 변환 행렬은, 제 1 변환 정보라고 칭해져도 된다.

[0042] 계측 장치 (21) 는, 상기 서술한 바와 같이, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 계측광을 조사 가능하다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r21) 에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21) 의 위치를 계측한다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r22) 에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r22) 의 위치를 계측한다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r23) 에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r23) 의 위치를 계측한다.

[0043] 연산 장치 (11) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환한다. 예를 들면, 제 1 변환 행렬이 회전 행렬 R 과 병진 행렬 t 를 포함하고, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21) 의 위치를 (x_{r21} , y_{r21} , z_{r21}) 로 한다. 이 경우, 연산 장치 (11) 는, " $R(x_{r21}, y_{r21}, z_{r21})+t$ " 라는 식으로부터, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21) 의 위치를 연산해도 된다.

[0044] 여기서, 계측 시스템 (2) 의 동작에 대해 도 6 의 플로 차트를 참조하여 다시 설명한다. 도 6 에 있어서, 연산 장치 (11) 는, 입력 장치 (14) 를 통하여 입력된, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치를 나타내는 제 2 위치 정보를 취득한다 (스텝 S101). 스텝 S101 의 처리와 병행하여, 계측 장치

(21) 는, 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치를 계측한다 (스텝 S102). 이 때, 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치를 나타내는 제 1 위치 정보를 취득한다.

[0045] 연산 장치 (11) 는, 제 1 위치 정보 및 제 2 위치 정보에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 위치와 로봇 좌표계에 있어서의 위치를 변환하기 위한 제 1 변환 행렬을 구한다 (스텝 S103). 또한, 로봇마다 개별의 로봇 좌표계가 규정되어 있는 경우, 개별의 로봇 좌표계는, 예를 들면 로봇 (41) 의 자세를 변경하면서, 로봇 (41) 에 장착된 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측함으로써 실현되어도 된다. 즉, 개별의 로봇 좌표계는, 로봇의 자세를 바꾸어, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 예를 들면 3 개소 계측함으로써 실현되어도 된다.

[0046] (3) 리플렉터 계측의 고안

[0047] 리플렉터 (r11) 등의 리플렉터의 사이즈는, 예를 들어 수 센티미터 정도이다. 즉, 리플렉터의 사이즈는, 예를 들어 워크 (W) 의 사이즈에 비해 현저하게 작다. 이 때문에, 예를 들어, 계측 장치 (21) 가, 계측해야 할 공간을 계측광으로 주사하면서 리플렉터의 위치를 계측하면, 리플렉터의 위치의 계측에 필요로 하는 시간이 비교적 길어질 우려가 있다. 그래서, 하기의 (3-1) 의 수법 및 (3-2) 의 수법 중 적어도 일방의 수법을 사용하여, 리플렉터의 위치의 계측에 필요로 하는 시간의 단축화를 도모해도 된다.

[0048] (3-1) 스테레오 카메라를 사용하는 방법

[0049] 계측 시스템 (2) 은, 계측 장치 (21) 에 더하여, 예를 들면 스테레오 카메라 (22) 를 구비해도 된다. 스테레오 카메라 (22) 는, 예를 들면 도 7 에 나타내는 바와 같이, 계측 장치 (21) 의 근방에 배치되어도 된다. 예를 들어 계측 장치 (21) 와 스테레오 카메라 (22) 는, 동일한 하우징에 포함되어 있어도 된다. 여기서, 계측 장치 (21) 와 스테레오 카메라 (22) 의 위치 관계는 미리 알고 있는 것으로 한다. 또한, 계측 장치 (21) 와 스테레오 카메라 (22) 의 위치 관계는 불변인 것으로 한다. 또한, 계측 장치 (21) 와 스테레오 카메라 (22) 의 위치 관계는 미리 알고 있지 않아도 된다. 또한, 계측 장치 (21) 와 스테레오 카메라 (22) 의 위치 관계는 불변이 아니어도 된다.

[0050] 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 근방에는, 예를 들어 LED (Light Emitting Diode) 등의 발광체 (도시 생략) 가 배치되어 있어도 된다. 로봇 아암 (410) 에는, 리플렉터 모듈 (r2) (도 5 참조) 대신에, 도 8 에 나타내는 바와 같은, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 와, 예를 들면 LED 등의 발광체 (81) 를 포함하는 리플렉터 모듈 (r2a) 이 장착되어 있어도 된다.

[0051] 스테레오 카메라 (21) 에 의해 촬상된 화상에 있어서, 발광체에 상당하는 화소의 휘도값은, 다른 화소의 휘도값에 비해 높아진다. 이 때문에, 상기와 같이 리플렉터의 근방에 발광체가 배치되면, 스테레오 카메라 (21) 에 의해 촬상된 화상으로부터, 발광체의 위치를 비교적 용이하게 특정할 수 있다. 또한, 발광체의 위치의 특정 방법의 일례에 대해서는 후술한다 ("(7) 화상으로부터 발광체의 위치를 특정하는 방법" 참조).

[0052] 여기서, 계측 장치 (21) 와 스테레오 카메라 (22) 의 위치 관계는 미리 알고 있음과 함께 불변인 것으로 한다. 이 때문에, 계측 제어 장치 (10) 는, 스테레오 카메라 (22) 에 의해 촬상된 화상으로부터 특정된 발광체의 위치 (즉, 스테레오 카메라 (22) 에 관한 좌표계에 있어서의 위치) 를, 계측 장치 (21) 에 관한 계측 좌표계에 있어서의 위치로 변환할 수 있다 (바꿔 말하면, 좌표계를 통합할 수 있다). 이 변환에는, 상기 서술한 계측 좌표계에 있어서의 위치와 로봇 좌표계에 있어서의 위치의 변환 ("(2-2) 좌표 변환" 참조) 과 동일하게, 예를 들어 회전 행렬과 병진 행렬이 사용되어도 된다. 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 좌표계에 있어서의 발광체의 위치에 기초하여, 계측 장치 (21) 의 계측 대상으로서의 리플렉터의 계측 좌표계에 있어서의 위치를 추정해도 된다.

[0053] 또한, 스테레오 카메라 (22) 에 의해 촬상된 화상으로부터 특정되는 발광체의 위치의 정밀도는, 스테레오 카메라 (22) 의 화소 사이즈와, 스테레오 카메라 (22) 및 발광체간의 거리 등에 따라서 변화한다. 즉, 발광체의 위치의 정밀도는, 스테레오 카메라 (22) 의 촬상 소자의 화소 사이즈와, 스테레오 카메라 (22) 의 촬상 소자 상에서의 발광체의 이미지의 크기에 따라서 변화한다. 계측 장치 (21) 가 계측해야 할 공간에서는, 스테레오 카메라 (22) 에 의해 촬상된 화상으로부터 특정되는 발광체의 위치의 정밀도는, 계측 장치 (21) 에 관한 정밀도보다 거칠어진다. 즉, 스테레오 카메라 (22) 에 의해 촬상된 화상으로부터 발광체의 위치를 특정하는 것은, 그 정밀도를 고려하면, 그 발광체 근방의 리플렉터의 위치를 특정하는 것과 동일한 의미이다. 또한, 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각과 발광체의 위치 관계가 미리 알고 있는 경우, 그 위치 관계를 고려하여 리플렉터

(r11, r12 및 r13) 각각의 위치가 특정되어도 된다.

- [0054] 계측 제어 장치 (10) 는, 스테레오 카메라 (22) 에 의해 촬상된 화상으로부터, 예를 들면 리플렉터 (r11) 의 근방에 배치된 발광체의 위치를 특정해도 된다. 계측 제어 장치 (10) 는, 그 특정된 발광체의 위치에 기초하여, 리플렉터 (r11) 의 위치를 추정해도 된다. 그리고, 계측 제어 장치 (10) 는, 그 추정된 리플렉터 (r11) 의 위치에 기초하여, 리플렉터 (r11) 를 계측하도록 계측 장치 (21) 를 제어해도 된다. 이로써, 계측 장치 (21) 가, 예를 들면 리플렉터 (r11) 의 위치를 계측하기 위해 계측광을 조사해야 할 범위를 좁힐 수 있다. 이 때문에, 계측 장치 (21) 에 의한 리플렉터 (r11) 의 위치의 계측에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있다. 리플렉터 (r12 및 r13) 에 대해서도 동일하다.
- [0055] 계측 제어 장치 (10) 는, 스테레오 카메라 (22) 에 의해 촬상된 화상으로부터, 예를 들어 리플렉터 모듈 (r2a) 에 포함되는 발광체 (81) 의 위치를 특정해도 된다. 계측 제어 장치 (10) 는, 그 특정된 발광체 (81) 의 위치에 기초하여, 리플렉터 모듈 (r2a) 에 포함되는 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 추정해도 된다. 그리고, 계측 제어 장치 (10) 는, 그 추정된 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 기초하여, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각을 계측하도록 계측 장치 (21) 를 제어해도 된다. 이로써, 계측 장치 (21) 가, 예를 들면 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측하기 위해 계측광을 조사해야 할 범위를 좁힐 수 있다. 이 때문에, 계측 장치 (21) 에 의한 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치의 계측에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있다.
- [0056] 또한, 발광체는, 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 근방에만 배치되어 있어도 된다. 이 경우, 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 장치 (21) 가 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치를 계측할 때만, 스테레오 카메라 (22) 에 의해 촬상된 화상으로부터 발광체의 위치를 특정해도 된다.
- [0057] 혹은, 발광체는, 로봇 아암 (410) 에만 배치되어 있어도 된다. 이 경우, 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 장치 (21) 가 리플렉터 모듈 (r2a) 에 포함되는 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측할 때만, 스테레오 카메라 (22) 에 의해 촬상된 화상으로부터 발광체 (81) 의 위치를 특정해도 된다.
- [0058] 또한, 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 를 제 1 부재로 바꿔 말하고, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 를 제 2 부재로 바꿔 말하면, 계측 시스템 (2) 은, 제 1 부재 및 제 2 부재 중 적어도 일방을 촬상 가능한, 촬상 장치라고 칭할 수 있는 스테레오 카메라 (22) 를 구비해도 된다고 할 수 있다. 혹은, 계측 시스템 (2) 은, 제 1 계측 장치라고 칭할 수 있는 계측 장치 (21) 와, 제 1 부재 및 제 2 부재 중 적어도 일방을 계측 장치 (21) 보다 거친 정밀도로 계측 가능한, 제 2 계측 장치라고 칭할 수 있는 스테레오 카메라 (22) 를 구비해도 된다고 할 수 있다. 계측 제어 장치 (10) 는, 스테레오 카메라 (22) 에 의한 계측 결과에 기초하여, 제 1 부재 및 제 2 부재 중 적어도 일방에 관한 계측 장치 (21) 의 계측을 제어해도 된다.
- [0059] (3-2) 무선 통신을 사용하는 방법
- [0060] 계측 시스템 (2) 은, 계측 장치 (21) 에 더하여, 무선 통신 가능한 안테나 (ANT1, ANT2 및 ANT3) 를 구비해도 된다. 안테나 (ANT1, ANT2 및 ANT3) 는, 예를 들어 도 9 에 나타내는 바와 같이, 워크 (W) 의 주위에 각각 배치되어도 된다.
- [0061] 여기서, 계측 장치 (21) 와 안테나 (ANT1, ANT2 및 ANT3) 각각과의 위치 관계는 미리 알고 있는 것으로 한다. 또, 계측 장치 (21) 와 안테나 (ANT1, ANT2 및 ANT3) 각각과의 위치 관계는 불변인 것으로 한다. 즉, 상기 서술한 스테레오 카메라를 사용하는 경우와 동일하게, 계측 장치 (21) 는, 안테나 (ANT1, ANT2 및 ANT3) 에 관한 좌표계에 있어서의 위치를, 계측 장치 (21) 에 관한 계측 좌표계에 있어서의 위치로 변환할 수 있다 (바꿔 말하면, 좌표계를 통합할 수 있다). 또한, 계측 장치 (21) 와 안테나 (ANT1, ANT2 및 ANT3) 각각과의 위치 관계는 미리 알고 있지 않아도 된다. 또, 계측 장치 (21) 와 안테나 (ANT1, ANT2 및 ANT3) 각각과의 위치 관계는 불변이 아니어도 된다.
- [0062] 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 근방에는, 무선 통신 가능한 측거 (測距) 안테나 (도시 생략) 가 배치되어 있어도 된다. 로봇 아암 (410) 에는, 리플렉터 모듈 (r2) (도 5 참조) 을 대신하여, 도 10 에 나타내는 바와 같은, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 와, 무선 통신 가능한 측거 안테나 (82) 를 포함하는 리플렉터 모듈 (r2b) 이 장착되어 있어도 된다.
- [0063] 안테나 (ANT1, ANT2 및 ANT3) 는, 전파를 발신한다. 안테나 (ANT1, ANT2 및 ANT3) 에 의해, 예를 들면 측거 안테나 (82) 의 위치를 특정하는 경우에 대하여 설명한다. 안테나 (ANT1) 는, 각각 주파수가 상이한 2 이상의 전파를 발신 가능하다. 측거 안테나 (82) 는, 안테나 (ANT1) 로부터 발신된 2 이상의 전파를 수신

가능하다. 측거 안테나 (82) 가 수신한 2 이상의 전파 각각의 위상의 차이로부터, 안테나 (ANT1) 와 측거 안테나 (82) 사이의 거리가 추정된다. 왜냐하면, 안테나 (ANT1) 로부터 발신되는 2 이상의 전파는 각각 주파수가 상이하기 때문에, 상기 2 이상의 전파의 위상차는 안테나 (ANT1) 와 측거 안테나 (82) 사이의 거리에 따라서 변화한다. 동일하게, 안테나 (ANT2) 로부터 측거 안테나 (82) 까지의 거리, 및, 안테나 (ANT3) 로부터 측거 안테나 (82) 까지의 거리가 추정된다.

[0064] 예를 들면, 안테나 (ANT1) 를 중심으로 하여, 안테나 (ANT1) 로부터 측거 안테나 (82) 까지의 거리를 반경으로 하는 구와, 안테나 (ANT2) 를 중심으로 하여, 안테나 (ANT2) 로부터 측거 안테나 (82) 까지의 거리를 반경으로 하는 구와, 안테나 (ANT3) 를 중심으로 하여, 안테나 (ANT3) 로부터 측거 안테나 (82) 까지의 거리를 반경으로 하는 구의 교점을 구함으로써, 측거 안테나 (82) 의 위치를 특정할 수 있다. 또한, 무선 통신을 사용하여 계측된 (바뀌 말하면, 전파의 위상차에 기초하여 계측된) 거리의 오차는, 예를 들어 10 센티미터 정도이다. 무선 통신을 사용하여 특정된, 예를 들면 측거 안테나 (82) 의 위치의 정밀도는, 계측 장치 (21) 에 관한 정밀도보다 거칠어진다. 즉, 무선 통신을 사용하여 측거 안테나 (예를 들면 측거 안테나 (82)) 의 위치를 특정하는 것은, 그 정밀도를 고려하면, 그 측거 안테나 근방의 리플렉터의 위치를 특정하는 것과 동일한 의미이다.

[0065] 계측 제어 장치 (10) 는, 예를 들면 무선 통신을 사용하여 계측된 측거 안테나 (82) 의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 측거 안테나 (82) 의 위치로 변환해도 된다. 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 좌표계에 있어서의 측거 안테나 (82) 의 위치에 기초하여, 예를 들면 리플렉터 모듈 (r2b) 에 포함되는 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 추정해도 된다. 계측 제어 장치 (10) 는, 그 추정된 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 기초하여, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각을 계측하도록 계측 장치 (21) 를 제어해도 된다. 이로써, 계측 장치 (21) 가, 예를 들면 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측하기 위해 계측광을 조사해야 하는 범위 (즉, 리플렉터를 찾아내기 위한 계측광의 주사 범위) 를 좁힐 수 있다. 이 때문에, 계측 장치 (21) 에 의한 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치의 계측에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있다.

[0066] 계측 제어 장치 (10) 는, 동일한 수법에 의해 특정된, 예를 들어 리플렉터 (r11) 의 근방에 배치된 측거 안테나 의 위치에 기초하여, 리플렉터 (r11) 의 위치를 추정해도 된다. 계측 제어 장치 (10) 는, 그 추정된 리플렉터 (r11) 의 위치에 기초하여, 리플렉터 (r11) 를 계측하도록 계측 장치 (21) 를 제어해도 된다. 이로써, 계측 장치 (21) 가, 예를 들면 리플렉터 (r11) 의 위치를 계측하기 위해 계측광을 조사해야 할 범위 (즉, 리플렉터 (r11) 를 찾아내기 위한 계측광의 주사 범위) 를 좁힐 수 있다. 이 때문에, 계측 장치 (21) 에 의한 리플렉터 (r11) 의 위치의 계측에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있다. 리플렉터 (r12 및 r13) 에 대해서도 동일하다.

[0067] 또한, 측거 안테나는, 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 근방에만 배치되어 있어도 된다. 이 경우, 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 장치 (21) 가 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치를 계측할 때만, 안테나 (ANT1, ANT2 및 ANT3) 각각에 의해 특정된 측거 안테나까지의 거리로부터 측거 안테나의 위치를 특정해도 된다.

[0068] 혹은, 측거 안테나는, 로봇 아암 (410) 에만 배치되어 있어도 된다. 이 경우, 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 장치 (21) 가 리플렉터 모듈 (r2b) 에 포함되는 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측할 때만, 안테나 (ANT1, ANT2 및 ANT3) 각각에 의해 특정된 측거 안테나 (82) 까지의 거리로부터 측거 안테나 (82) 의 위치를 특정해도 된다.

[0069] 또한, 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 를 제 1 부재로 바뀌 말하고, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 는 제 2 부재라고 바뀌 말하면, 계측 시스템 (2) 은, 제 1 계측 장치라고 칭할 수 있는 계측 장치 (21) 와, 제 1 부재 및 제 2 부재 중 적어도 일방을 계측 장치 (21) 보다 거친 정밀도로 계측 가능한, 제 2 계측 장치라고 칭할 수 있는 안테나 (ANT1, ANT2 및 ANT3) 를 구비해도 된다고 할 수 있다. 계측 제어 장치 (10) 는, 안테나 (ANT1, ANT2 및 ANT3) 에 의한 계측 결과에 기초하여, 제 1 부재 및 제 2 부재 중 적어도 일방에 관한 계측 장치 (21) 의 계측을 제어해도 된다.

[0070] (4) 튜 센터 포인트

[0071] 가공 제어 장치 (30) 가 로봇 (41) 을 제어하는 경우, 가공 제어 장치 (30) 는, 로봇 (41) 의 로봇 아암 (410) 상의 한 점이 이동하는 경로를 설정한다. 그 로봇 아암 (410) 상의 한 점은, 이른바 「튜 센터 포인트」 라고 불린다 (이후, 적절히 "TCP" 라고 표기한다). TCP 는, 로봇 아암 (410) 의 선단에 장착된 엔드 이펙터 (바뀌 말하면, 튜) 의 가공 대상에 작용하는 부분의 위치를 대략 특정하는 것이다. TCP 는, 가공 제어 장치 (30) 가 로봇 (41) 을 제어할 때에 기준이 되는 부위이다. 이 때문에, 튜 센터 포인트는, 기준 부위라고 칭

해져도 된다.

- [0072] TCP 는, 엔드 이펙터의 용도 등에 따라서 변화한다. 즉, 엔드 이펙터가 변경되면, 로봇 아암 (410) 에 관련 된 TCP 도 변화한다. 예를 들어 도 5 에 나타내는 바와 같은, 막대 형상의 엔드 이펙터 (EE1) 인 경우, TCP 는 엔드 이펙터 (EE1) 의 선단에 위치해도 된다. 엔드 이펙터가, 예를 들어 복수의 흡착 패드를 갖는 흡착 핸드인 경우, TCP 는, 복수의 흡착 패드 중 하나의 흡착 패드에 위치해도 되고, 복수의 흡착 패드의 중간에 위치해도 된다. 엔드 이펙터가, 예를 들어 복수의 손가락부 또는 갈고리부를 갖는 파지 핸드인 경우, TCP 는, 복수의 손가락부 또는 갈고리부 중 하나의 손가락부 또는 갈고리부에 위치해도 되고, 복수의 손가락부 또는 갈고리부의 중간에 위치해도 된다. 로봇 아암 (410) 에, 예를 들어 흡착 핸드나 파지 핸드가 장착되어 있는 경우, 로봇 (41) 은, 픽업 장치라고 칭해져도 된다. 또한, 로봇 아암 (410) 에 장착되는 엔드 이펙터는, 이러한 것들에 한정되지 않는다.
- [0073] 예를 들면 도 5 에 나타내는 바와 같이, 로봇 아암 (410) 에 장착된 리플렉터 모듈 (r2) 의 위치와, TCP 의 위치는 상이하다. 전술한 바와 같이, TCP 는, 가공 대상에 작용하는 부분에 상당하기 때문에, 예를 들어 리플렉터 등의 계측용 부재를 TCP 장착하는 것은 곤란하다.
- [0074] 한편으로, 리플렉터 모듈 (r2) 은, 리플렉터 모듈 (r2) 과 TCP 의 위치 관계가 변화하지 않는, 로봇 아암 (410) 상의 소정의 위치에 장착되어 있다. 즉, 리플렉터 모듈 (r2) 에 포함되는 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치는, 로봇 아암 (410) 에 있어서, 기준 부위라고 칭할 수 있는 TCP 에 대해 소정의 위치에 있다. 이 때문에, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각과 TCP 의 위치 관계를 이용하면, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측 장치 (21) 에 의해 계측함으로써, TCP 의 위치를 특정할 수 있다.
- [0075] (4-1) TCP 의 계측
- [0076] TCP 의 구체적인 계측 방법에 대해 도 11 내지 도 15 를 참조하여 설명한다. 또한, TCP 의 계측 방법은, 이하에 설명하는 방법에 한정되지 않고, 기존의 각종 양태를 적용 가능하다.
- [0077] (4-1-1) 접촉 센서를 사용하는 방법
- [0078] 도 11 에 있어서, 지그 (91) 에는, 막대 형상의 엔드 이펙터 (EE1) 가 삽입되는 구멍 (H) 이 형성되어 있다. 구멍 (H) 의 저면에는, 엔드 이펙터 (EE1) 를 계측하는 센서 (23) 가 배치되어 있다. 지그 (91) 는, 그 위치가 변화하지 않도록 고정되어 있다. 센서 (23) 의 위치, 바꿔 말하면, 지그 (91) 의 구멍 (H) 의 저면의 위치는 미리 알고 있는 것으로 한다. 이 경우, 엔드 이펙터 (EE1) 의 선단이 센서 (23) 에 접촉했을 때에 (바꿔 말하면, 센서 (23) 가 엔드 이펙터 (EE1) 의 선단을 계측했을 때에), 엔드 이펙터 (EE1) 의 TCP 의 위치가, 센서 (23) 의 위치로서 특정된다. 이와 같이 하여 특정된 엔드 이펙터 (EE1) 의 TCP 의 위치는, 입력 장치 (14) 를 통하여 계측 제어 장치 (10) 에 입력되어도 된다. 이 때, TCP 의 위치는, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치여도 된다. 또한, 센서 (23) 는 구멍 (H) 의 저면에 한정되지 않고, 예를 들어 구멍 (H) 의 측면에 배치되어 있어도 된다. 센서 (23) 는, 제 3 계측 장치라고 칭해져도 된다.
- [0079] 도 12 에 있어서, 지그 (91a) 에는, 막대 형상의 엔드 이펙터 (EE1) 가 삽입되는 구멍 (H) 이 형성되어 있다. 구멍 (H) 의 저면에는, 엔드 이펙터 (EE1) 를 계측하는 센서 (23) 가 배치되어 있다. 지그 (91a) 에는, 리플렉터 (r31, r32 및 r33) 를 포함하는 리플렉터 모듈 (r3) 이 장착되어 있다. 지그 (91a) 는, 엔드 이펙터 (EE1) 가 구멍 (H) 에 삽입되도록 이동되어도 된다 (즉, 지그 (91a) 의 위치가 변화해도 된다). 센서 (23) 와, 리플렉터 (r31, r32 및 r33) 각각의 위치 관계는 미리 알고 있는 것으로 한다. 또한, 리플렉터 모듈 (r3), 또는 리플렉터 (r31, r32 및 r33) 는, 기준 부재라고 칭해져도 된다.
- [0080] 이 경우, 엔드 이펙터 (EE1) 의 선단이 센서 (23) 에 접촉한 상태에서 (즉, 엔드 이펙터 (EE1) 가 지그 (91a) 의 구멍 (H) 에 삽입된 상태에서), 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r31, r32 및 r33) 각각에 계측광을 조사한다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r31, r32 및 r33) 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r31, r32 및 r33) 각각의 위치를 계측한다. 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r31, r32 및 r33) 각각의 위치와, 센서 (23) 와 리플렉터 (r31, r32 및 r33) 각각의 위치 관계에 기초하여, 엔드 이펙터 (EE1) 의 TCP 의 위치를 특정한다. 이 때, TCP 의 위치는, 계측 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치여도 된다.
- [0081] (4-1-2) 비접촉 센서를 사용하는 방법
- [0082] 도 13 에 있어서, 지그 (92) 에는, 광 절단법에 의해 피계측물을 계측하는 센서 (24) 가 장착되어 있다. 여

기서, 센서 (24) 는, 광 (L1) 을 사출 가능하게 구성되어 있다. 지그 (92) 는, 그 위치가 변화하지 않도록 고정되어 있다. 예를 들어, 센서 (24) 에 관한 기준점에 대응하는 로봇 좌표계에 있어서의 위치는 미리 알고 있는 것으로 한다. 이 경우, 센서 (24) 에 의해 계측된 엔드 이펙터 (EE1) 의 TCP 의 위치가, 센서 (24) 에 관한 기준점과 그 기준점에 대응하는 로봇 좌표계의 위치와의 관계에 기초하여, 로봇 좌표계에 있어서의 위치로 변환되어도 된다. 이와 같이 하여 특정된 엔드 이펙터 (EE1) 의 TCP 의 위치는, 입력 장치 (14) 를 통하여 계측 제어 장치 (10) 에 입력되어도 된다. 이 때, TCP 의 위치는, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치여도 된다. 또한, 센서 (24) 는, 제 3 계측 장치라고 칭해져도 된다.

[0083] 도 14 에 있어서, 지그 (92a) 에는, 센서 (24) 가 장착되어 있다. 지그 (92a) 에는, 리플렉터 (r41, r42 및 r43) 를 포함하는 리플렉터 모듈 (r4) 이 장착되어 있다. 지그 (92a) 는, 센서 (24) 가 엔드 이펙터 (EE1) 에 접근하도록 이동되어도 된다. 센서 (24) 에 관한 기준점과, 리플렉터 (r41, r42 및 r43) 각각과의 위치 관계는 미리 알고 있는 것으로 한다. 또한, 리플렉터 모듈 (r4), 또는 리플렉터 (r41, r42 및 r43) 는, 기준 부재라고 칭해져도 된다.

[0084] 이 경우, 센서 (24) 에 의해 엔드 이펙터 (EE1) 의 TCP 가 계측되어 있는 상태에서, 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r41, r42 및 r43) 각각에 계측광을 조사한다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r41, r42 및 r43) 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r41, r42 및 r43) 각각의 위치를 계측한다. 계측 제어 장치 (10) 는, 센서 (24) 에 관한 기준점과 리플렉터 (r41, r42 및 r43) 각각의 위치 관계와, 센서 (24) 에 의해 계측된 엔드 이펙터 (EE1) 의 TCP 의 위치와, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r41, r42 및 r43) 각각의 위치에 기초하여, 엔드 이펙터 (EE1) 의 TCP 의 위치를 특정한다. 이 때, TCP 의 위치는, 계측 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치여도 된다.

[0085] 또한, 센서 (24) 대신에, 예를 들어 스테레오 카메라, 레이저 스캐너 등의 비접촉 센서가, TCP 의 계측에 사용되어도 된다.

[0086] (4-1-3) 기타

[0087] 도 15 에 있어서, 로봇 아암 (410) 의 선단에는, 예를 들어 광학식 센서인 엔드 이펙터 (EE2) 가 장착되어 있다. 지그 (93) 에는, 툴 볼 (TB) 이 장착되어 있다. 지그 (93) 에는, 리플렉터 (r51, r52 및 r53) 를 포함하는 리플렉터 모듈 (r5) 이 장착되어 있다. 지그 (93) 의 위치 (바뀌 말하면, 툴 볼 (TB) 의 위치) 는, 변경 가능하다. 툴 볼 (TB) 의 중심과, 리플렉터 (r51, r52 및 r53) 각각의 위치 관계는 미리 알고 있는 것으로 한다. 또한, 툴 볼 (TB) 의 중심과, 리플렉터 (r51, r52 및 r53) 각각의 위치 관계는 미리 알고 있지 않아도 된다.

[0088] 이 경우, 엔드 이펙터 (EE2) 로서의 센서가 툴 볼 (TB) 의 중심을 계측하고 있는 상태에서, 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r51, r52 및 r53) 각각에 계측광을 조사한다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r51, r52 및 r53) 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r51, r52 및 r53) 각각의 위치를 계측한다. 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r51, r52 및 r53) 각각의 위치와, 엔드 이펙터 (EE2) 로서의 센서가 계측한 툴 볼 (TB) 의 중심을 비교한다. 이러한 동작이, 엔드 이펙터 (EE2) 와 지그 (93) (즉, 툴 볼 (TB)) 의 상대적인 위치 관계를 바꾸면서, 복수 회 (예를 들어 3 회 이상) 실시된다. 이 결과, 엔드 이펙터 (EE2) 의 TCP 의 위치가 특정된다. 이 때, TCP 의 위치는, 계측 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치여도 된다. 또한, 툴 볼 (TB) 대신에, 코너 큐브가 사용되어도 된다.

[0089] (4-2) 리플렉터 모듈 (r2) 의 계측

[0090] 예를 들어 도 11 에 있어서, 엔드 이펙터 (EE1) 의 TCP 가 계측되어 있는 상태에서, 바뀌 말하면, 엔드 이펙터 (EE1) 의 TCP 의 위치가 특정되어 있는 상태에서, 계측 장치 (21) 는, 로봇 아암 (410) 에 장착된 리플렉터 모듈 (r2) 에 포함되는 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 계측광을 조사한다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측한다.

[0091] 이 결과, 로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세가 변화하지 않은 상태에서, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치와, TCP 의 위치가 특정 (계측) 된다. 이 때의 로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세를, 이후, 적절히 「기준 위치 및 기준 자세」라고 칭한다.

[0092] (4-3) 변환 행렬

- [0093] 로봇 아암 (410) 이 기준 위치 및 기준 자세일 때의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 각각, $(X_{rb1}, Y_{rb1}, Z_{rb1})$, $(X_{rb2}, Y_{rb2}, Z_{rb2})$ 및 $(X_{rb3}, Y_{rb3}, Z_{rb3})$ 으로 한다. 로봇 아암 (410) 이 기준 위치 및 기준 자세일 때의 TCP 의 위치를, (x_t, y_t, z_t) 로 한다.
- [0094] 여기서, $(X_{rb1}, Y_{rb1}, Z_{rb1})$, $(X_{rb2}, Y_{rb2}, Z_{rb2})$, $(X_{rb3}, Y_{rb3}, Z_{rb3})$ 및 (x_t, y_t, z_t) 는, 로봇 좌표계에 있어서의 위치인 것으로 한다. 또한, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환하기 위해, 제 1 변환 행렬 ("(2) 좌표계의 변환" 참조) 이 사용되어도 된다.
- [0095] 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 기초하여, 로봇 아암 (410) 의 기준 자세에 대응하는 자세를 연산한다. 연산된 자세는, 예를 들어 (W, P, R) 로 표시될 수 있다. 여기서, "W"는 로봇 좌표계의 x 축 둘레의 각도이고, "P"는 로봇 좌표계의 y 축 둘레의 각도이고, "R"은 로봇 좌표계의 z 축 둘레의 각도일 수 있다. 바꿔 말하면, "W"는 로봇 좌표계의 x 축 둘레의 로봇 아암 (410) 의 회전량이고, "P"는 로봇 좌표계의 y 축 둘레의 로봇 아암 (410) 의 회전량이고, "R"은 로봇 좌표계에 있어서의 z 축 둘레의 로봇 아암 (410) 의 회전량이다. 즉, x 축, y 축 및 z 축 각각의 둘레의 회전량을, 본 실시 형태에서는 「자세」라고 칭하고 있다.
- [0096] 엔드 이펙터 (EE1) 가 연장되는 방향을 따라 연장되는 벡터 (소위 툴 액시스 벡터) 의 자세를 TCP 의 자세로 간주한다. 여기에서는, 그 벡터의 자세와 로봇 아암 (410) 의 자세는 동일하다고 간주할 수 있다. 그래서, 연산 장치 (11) 는, 로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세가 기준 위치 및 기준 자세일 때의 TCP 의 위치 및 자세를, 예를 들어 (x_t, y_t, z_t, W, P, R) 로 한다. 연산 장치 (11) 는, 로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세가 기준 위치 및 기준 자세일 때의 TCP 의 위치 및 자세와, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 서로 연관시켜 기억 장치 (12) 에 격납한다. 이 결과, 예를 들어 (x_t, y_t, z_t, W, P, R) 과, $(X_{rb1}, Y_{rb1}, Z_{rb1})$, $(X_{rb2}, Y_{rb2}, Z_{rb2})$ 및 $(X_{rb3}, Y_{rb3}, Z_{rb3})$ 이 서로 연관되어 기억 장치 (12) 에 격납된다.
- [0097] 연산 장치 (11) 는, 서로 연관된 TCP 의 위치 및 자세와 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치와, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치와, TCP 의 위치 및 자세를 변환하기 위한 제 2 변환 행렬을 구한다. 제 2 변환 행렬은, 예를 들어, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 기초하여, TCP 의 위치를 구하기 위한 행렬과, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 기초하여, TCP 의 자세를 구하기 위한 행렬을 포함하고 있어도 된다. 제 2 변환 행렬은, 통신 장치 (13) 에 의해 가공 제어 장치 (30) 에 송신되어도 된다. 또한, 제 2 변환 행렬을 구하는 방법에는 기존의 각종 양태를 적용 가능하기 때문에, 그 상세에 대한 설명은 생략한다. 또한, 제 2 변환 행렬을 구하는 것은, 제 2 변환 행렬을 연산한다라고 칭해져도 된다. 제 2 변환 행렬은, 제 2 변환 정보라고 칭해져도 된다.
- [0098] 또한, 제 2 변환 행렬은, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치와, 계측 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치로부터 구해도 된다. 이 때, 예를 들면 입력 장치 (14) 를 통해 입력된 TCP 의 위치가 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치인 경우, 연산 장치 (11) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치를 계측 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치로 변환해도 된다.
- [0099] 또한, 제 2 변환 행렬은, 예를 들어 다음과 같이 구할 수도 있다. 먼저, 로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세가 기준 위치 및 기준 자세일 때, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측함과 함께, 그 계측된 위치에 기초하여 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 에 의해 규정되는 면의 자세를 구한다. 다음으로, 가공 제어 장치 (30) 가, TCP 의 위치 및 자세가 소정의 위치 및 자세가 되도록 로봇 (41) 을 제어한다. 이 결과, 로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세가 변화한다. 그 후, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측함과 함께, 그 계측된 위치에 기초하여 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 에 의해 규정되는 면의 자세를 구한다. 이 때, TCP 의 소정의 위치 및 자세는, 가공 제어 장치 (30) 에 의해 결정된다 (즉, 미리 알려져 있다). 상술한 동작을 복수 회 반복한 결과에 기초하여, 통계적으로, 제 2 변환 행렬을 구해도 된다.
- [0100] 예를 들면 도 11 에 있어서, 엔드 이펙터 (EE1) 의 TCP 의 위치가 계측될 때, 로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세는, 기준 위치 및 기준 자세이므로, TCP 는 소정 위치에 위치하고 있다고 할 수 있다. 제 2 변환 행렬을 구하기 위해 사용되는 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치는, 엔드 이펙터 (EE1) 의 TCP 가 계측되어 있는 상태에서 계측된다.

- [0101] 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 를 제 2 부재로 바꿔 말하면, 연산부라고 칭할 수 있는 연산 장치 (11) 는, 로봇 (41) 의 TCP 가 소정 위치에 위치한 상태에서, 계측 장치 (21) 가 제 2 부재에 조사된 계측광에 기초하여 계측한 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 4 위치 정보에 기초하여, 제 2 부재의 위치와 TCP 의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 행렬을 구한다고 할 수 있다.
- [0102] 또한, 상기 소정 위치는 TCP 의 위치라고 할 수 있으므로, 연산부라고 칭할 수 있는 연산 장치 (11) 는, 로봇 (41) 의 TCP 가 소정 위치에 위치한 상태에서, 계측 장치 (21) 가 제 2 부재에 조사된 계측광에 기초하여 계측한 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 4 위치 정보와, 상기 소정 위치에 대응하는 TCP 의 위치를 나타내는 제 5 위치 정보에 기초하여, 제 2 부재의 위치와 TCP 의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 행렬을 구한다고 할 수 있다.
- [0103] 예를 들어 도 11 및 도 13 에 나타내는 바와 같이, 계측 시스템 (2) 은, 제 1 계측 장치라고 칭할 수 있는 계측 장치 (21) 와, 로봇 (41) 의 TCP 의 위치를 계측 가능한, 제 3 계측 장치라고 칭할 수 있는 센서 (23 또는 24) 를 구비해도 된다. 이 경우, 연산부라고 칭할 수 있는 연산 장치 (11) 는, 센서 (23 또는 24) 가 TCP 의 위치를 계측하고 있는 상태에서, 계측 장치 (21) 가 제 2 부재에 조사된 계측광에 기초하여 계측한 제 2 부재의 위치와, 센서 (23 또는 24) 가 계측한 TCP 의 위치에 기초하여, 제 2 부재의 위치와 TCP 의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 행렬을 구해도 된다.
- [0104] 예를 들면 도 12 및 도 14 에 나타내는 바와 같이, 엔드 이펙터 (EE1) 의 TCP 의 위치를 계측하기 위한 지그가 이동 가능한 경우로서, 그 지그에 리플렉터가 장착되어 있는 경우 (예를 들어 도 12 의 지그 (91a), 도 14 의 지그 (92a) 참조), 그 지그에 장착되어 있는 리플렉터의 위치는, 엔드 이펙터 (EE1) 의 위치 (즉, 로봇 아암 (410) 의 위치) 에 따라서 이동하는 경우가 있다. 또한, TCP 의 위치가 계측되고 있을 때의, 상기 지그에 장착되어 있는 리플렉터와, 로봇 아암 (410) 에 장착된 리플렉터 (r21, r22 및 r23) (바꿔 말하면, 제 2 부재) 의 위치 관계는 소정의 관계라고 할 수 있다.
- [0105] 상기 지그에 장착된 리플렉터를 기준 부재라고 칭하면, 계측 장치 (21) 는, 로봇 아암 (410) 의 위치에 따라서 이동하는 기준 부재에 계측광을 조사하여 그 기준 부재의 위치를 계측함으로써, 로봇 아암 (410) 과 함께 이동하는, 로봇 (41) 의 TCP 의 위치를 계측 가능하다고 할 수 있다. 이 경우, 연산부라고 칭할 수 있는 연산 장치 (11) 는, 기준 부재와 제 2 부재의 위치 관계가 소정의 관계인 상태에서, 계측 장치 (21) 가 기준 부재 및 제 2 부재 각각에 조사된 계측광에 기초하여 계측한 TCP 의 위치 및 제 2 부재의 위치에 기초하여, 제 2 부재의 위치와 TCP 의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 행렬을 구해도 된다.
- [0106] 여기서, 계측 시스템 (2) 의 동작에 대해 도 16 의 플로 차트를 참조하여 다시 설명한다. 도 16 에 있어서, 연산 장치 (11) 는, 로봇 아암 (410) 이 기준 위치 및 기준 자세일 때의, 로봇 (41) 의 TCP 의 위치를 취득한다. 이 때, 연산 장치 (11) 는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 기초하여, 로봇 아암 (410) 의 기준 자세에 대응하는 자세를 연산한다. 연산 장치 (11) 는, 그 연산된 자세를 TCP 의 자세로 함으로써, TCP 의 위치 및 자세를 취득한다 (스텝 S201).
- [0107] 스텝 S201 의 처리와 병행하여, 계측 장치 (21) 는, 로봇 (41) 의 로봇 아암 (410) 이 기준 위치 및 기준 자세 일 때, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측한다 (스텝 S202). 이 때, 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 나타내는 제 4 위치 정보를 취득한다.
- [0108] 연산 장치 (11) 는, 상기 제 4 위치 정보와, 스텝 S201 의 처리에 있어서 취득된 TCP 의 위치 및 자세에 기초하여, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치와, TCP 의 위치 및 자세를 변환하기 위한 제 2 변환 행렬을 구한다 (스텝 S203).
- [0109] 지금까지 설명한 사항에 의해, 계측 제어 장치 (10) 및 계측 장치 (21) 를 구비하는 계측 시스템 (2) 과, 가공 제어 장치 (30) 를 연계시킬 수 있다. 즉, 계측 장치 (21) 에 의한 계측 결과를, 가공 제어 장치 (30) 에 의한 로봇 (41) 의 제어에 사용하는 것이 가능해진다.
- [0110] 예를 들면, 로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세가 기준 위치 및 기준 자세와는 상이할 때, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 제 1 변환 행렬 및 제 2 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치로 변환할 수 있다. 이 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치는, 가공 제어 장치 (30) 가 로봇 (41) 을 제어할 때에 사용된다.

- [0111] 또한, 계측 제어 장치 (10) 의 통신 장치 (13) 는, 로봇 아암 (410) 이 기준 위치 및 기준 자세일 때의, 예를 들면, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치 및 자세와, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 서로 연관시켜 가공 제어 장치 (30) 에 송신해도 된다. 가공 제어 장치 (30) 는, 로봇 아암 (410) 이 기준 위치 및 기준 자세일 때의, 예를 들면, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치 및 자세와, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 서로 연관시켜 기억 장치 (32) 에 격납해도 된다.
- [0112] 그런데, 예를 들어 엔드 이펙터 (EE1) 의 TCP 가 계측되는 경우, 가공 제어 장치 (30) 는, 로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세가 기준 위치 및 기준 자세가 되도록 로봇 (41) 을 제어한다. 이 때에 가공 제어 장치 (30) 가 목표 위치로서 설정한 위치 (즉, TCP 가 계측될 때의 TCP 의 위치) 와, TCP 의 실제의 위치가 상이한 경우가 있다. 그래서, 가공 제어 장치 (30) 는, 로봇 아암 (410) 이 기준 위치 및 기준 자세일 때의, 예를 들어 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치 및 자세에 기초하여, 예를 들어 목표 위치로서 설정한 위치가 TCP 의 실제 위치와 일치하도록, 로봇 좌표계의 원점을 교정해도 된다. 구체적으로는, 로봇 좌표계의 원점의 회전 변환 및 평행 이동 중 적어도 일방이 행해져도 된다.
- [0113] 로봇 아암 (410) 의 자세가 기준 자세인 경우의 TCP 의 자세는, 상기 서술한 바와 같이, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 기초하여 연산되어도 된다. 이 때문에, 가공 제어 장치 (30) 가, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치 및 자세에 기초하여 로봇 좌표계의 원점을 교정하는 것은, 가공 제어 장치 (30) 가, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 기초하여 로봇 좌표계의 원점을 교정한다, 라고 바꿔 말할 수 있다.
- [0114] (5) TCP 의 위치의 연산
- [0115] 상기 서술한 제 1 변환 행렬 (즉, 계측 좌표계에 있어서의 위치와 로봇 좌표계에 있어서의 위치를 변환하기 위한 변환 정보) 과, 제 2 변환 행렬 (즉, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치와 TCP 의 위치를 변환하기 위한 변환 정보) 을 사용함으로써, 로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세가 상기 서술한 기준 위치 및 기준 자세와는 상이한 상태에서, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, TCP 의 위치 및 자세로 변환할 수 있다.
- [0116] 「(4-3) 변환 행렬」 에 있어서 설명한 바와 같이, 제 2 변환 행렬은, TCP 의 위치 및 자세인, 예를 들면 (x_t, y_t, z_t, W, P, R) 과, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치인, 예를 들면 $(x_{rb1}, y_{rb1}, z_{rb1}), (x_{rb2}, y_{rb2}, z_{rb2})$ 및 $(x_{rb3}, y_{rb3}, z_{rb3})$ 에 기초하여 연산된다. 이 때문에, 제 2 변환 행렬을 사용하면, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로부터, TCP 의 위치 및 자세를 연산할 수 있다. 여기서는 번잡함을 피하기 위해서, TCP 의 위치 및 자세를, 적절히 「TCP 의 위치」 라고 칭한다.
- [0117] 또한, 로봇 좌표계의 x 축 둘레의 회전량 (W) 은, 로봇 좌표계의 x 축 둘레의 회전 방향에 있어서의 위치라고 바꿔 말해도 된다. 로봇 좌표계의 y 축 둘레의 회전량 (P) 은, 로봇 좌표계의 y 축 둘레의 회전 방향에 있어서의 위치라고 바꿔 말해도 된다. 로봇 좌표계의 z 축 둘레의 회전량 (R) 은, 로봇 좌표계의 z 축 둘레의 회전 방향에 있어서의 위치라고 바꿔 말해도 된다. 그러면, TCP 의 위치 및 자세는, 로봇 좌표계의 x 축 방향에서의 위치, 로봇 좌표계의 y 축 방향에서의 위치, 로봇 좌표계의 z 축 방향에서의 위치, 로봇 좌표계의 x 축 둘레의 회전 방향에서의 위치, 로봇 좌표계의 y 축 둘레의 회전 방향에서의 위치, 및 로봇 좌표계의 z 축 둘레의 회전 방향에서의 위치에 의해 나타낸다고 할 수 있다. 즉, TCP 는, 3 차원 공간에 있어서, x 축 방향, y 축 방향 및 z 축 방향의 각각을 따라 이동할 수 있음과 함께, x 축, y 축 및 z 축의 각각의 둘레를 회전할 수 있다. 즉, TCP 는, 6 개의 이동의 자유도 (이른바 6DoF : Six Degrees of Freedom) 를 갖는다고 할 수 있다.
- [0118] 여기서, TCP 의 위치의 연산은, 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 에 있어서 실시되어도 되고, 가공 제어 장치 (30) 의 연산 장치 (31) 에 있어서 실시되어도 된다. 또한, TCP 의 위치의 연산은, 연산 장치 (11 및 31) 에서 분담하여 실시되어도 된다. 또한, 계측 좌표계에 있어서의 위치와 로봇 좌표계에 있어서의 위치의 변환도 고려하면, 이하의 4 개의 방법을 들 수 있다.
- [0119] (i) 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다. 연산 장치 (11) 는, 또한, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치로 변환해도 된다.

- [0120] (ii) 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다. 계측 제어 장치 (10) 의 통신 장치 (13) 는, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 나타내는 위치 정보와, 제 2 변환 행렬을, 가공 제어 장치 (30) 에 송신해도 된다. 가공 제어 장치 (30) 의 연산 장치 (31) 는, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치로 변환해도 된다.
- [0121] (iii) 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치로 변환해도 된다. 계측 제어 장치 (10) 의 통신 장치 (13) 는, 계측 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치를 나타내는 위치 정보와, 제 1 변환 행렬을, 가공 제어 장치 (30) 에 송신해도 된다. 가공 제어 장치 (30) 의 연산 장치 (31) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치로 변환해도 된다.
- [0122] (iv) 계측 제어 장치 (10) 의 통신 장치 (13) 는, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 나타내는 위치 정보와, 제 1 변환 정보와, 제 2 변환 정보를, 가공 제어 장치 (30) 에 송신해도 된다. 가공 제어 장치 (30) 의 연산 장치 (31) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다. 연산 장치 (31) 는, 또한, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치로 변환해도 된다.
- [0123] (5-1) 계측 제어 장치 (10) 에 있어서 로봇 좌표계로의 변환 및 TCP 의 위치로의 변환이 행해지는 경우
- [0124] 계측 장치 (21) 는, 로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세가 기준 위치 및 기준 자세와는 상이한 상태에서, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 계측광을 조사해도 된다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측해도 된다.
- [0125] 가공 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다. 연산 장치 (11) 는, 또한, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치로 변환해도 된다.
- [0126] 혹은, 연산 장치 (11) 는, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치 및 자세로 변환해도 된다. 연산 장치 (11) 는, 또한, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치를, 로봇 좌표계의 TCP 의 위치로 변환해도 된다.
- [0127] 이 경우, 송신부라고 칭할 수 있는 통신 장치 (13) 는, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치를 나타내는 위치 정보를, 가공 제어 장치 (30) 에 송신해도 된다. 가공 제어 장치 (30) 는, 그 위치 정보에 의해 나타내는 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치에 기초하여, 로봇 (41) 의 로봇 아암 (410) 의 이동을 제어하여, TCP 를 이동시키도 된다.
- [0128] 또한, 「(2-2) 좌표 변환」에 있어서 설명한 바와 같이, 제 1 변환 행렬은, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치를 나타내는 제 1 위치 정보와, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치를 나타내는 제 2 위치 정보에 기초하여 구할 수 있다. 이 때문에, 「제 1 변환 행렬을 사용하여」는 「제 1 위치 정보 및 제 2 위치 정보에 기초하여」라고 바꿔 말할 수 있다. 「로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세가 기준 위치 및 기준 자세와는 상이한 상태」는, 「TCP 가 소정 위치와는 상이한 위치에 위치한 상태」라고 바꿔 말할 수 있다.
- [0129] 또한, 「로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세가 기준 위치 및 기준 자세와는 상이한 상태」는, 예를 들어 도 11 및 도 13 에 있어서, 센서 (23 또는 24) 가 TCP 의 위치를 계측하고 있지 않은 상태에 상당한다. 여기서, 센서 (23 또는 24) 를 제 3 계측 장치라고 바꿔 말하면, 「로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세가 기준 위치 및 기준 자세와는 상이한 상태」는, 「제 3 계측 장치가 TCP 의 위치를 계측하고 있지 않은 상태」로도 바꿔 말할 수 있다.

- [0130] 또한, 「(4-3) 변환 행렬」에 있어서 설명한 바와 같이, 제 2 변환 행렬은, 예를 들면 도 11 및 도 13에 있어서, 센서 (23 또는 24)가 TCP의 위치를 계측하고 있는 상태에서, 리플렉터 (r21, r22 및 r23)에 조사된 계측광에 기초하여 계측 장치 (21)가 계측한 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치와, 센서 (23 또는 24)가 계측한 TCP의 위치에 기초하여 구해도 된다. 여기서, 센서 (23 또는 24)를 제 3 계측 장치라고 바꿔 말하면, 「제 2 변환 정보를 사용하여」는, 「제 3 계측 장치가 TCP의 위치를 계측하고 있는 상태에서, 계측 장치 (21)가 제 2 부재에 조사된 계측광에 기초하여 계측한 제 2 부재의 위치와, 제 3 계측 장치가 계측한 TCP의 위치에 기초하여」로 바꿔 말할 수 있다.
- [0131] 「로봇 아암 (410)의 위치 및 자세가 기준 위치 및 기준 자세와는 상이한 상태」는, 예를 들면 도 12에 나타내는 지그 (91a)에 장착된 리플렉터 (r31, r32 및 r33)와, 리플렉터 (r21, r22 및 r23)의 위치 관계가 소정의 관계와는 상이한 관계인 상태에 상당한다. 여기서, 리플렉터 (r31, r32 및 r33)를 기준 부재라고 바꿔 말하고, 리플렉터 (r21, r22 및 r23)를 제 2 부재라고 바꿔 말하면, 「로봇 아암 (410)의 위치 및 자세가 기준 위치 및 기준 자세와는 상이한 상태」는, 「기준 부재와 제 2 부재의 위치 관계가 소정의 관계와는 상이한 관계인 상태」라고 바꿔 말할 수 있다.
- [0132] 또한, 「(4-3) 변환 행렬」에 있어서 설명한 바와 같이, 제 2 변환 행렬은, 예를 들면 도 12에 나타내는 지그 (91a)에 장착된 리플렉터 (r31, r32 및 r33)와, 리플렉터 (r21, r22 및 r23)의 위치 관계가 소정의 관계인 상태에서, 리플렉터 (r31, r32 및 r33)에 조사된 계측광에 기초하여 계측 장치 (21)가 계측한 TCP의 위치와, 리플렉터 (r21, r22 및 r23)에 조사된 계측광에 기초하여 계측 장치 (21)가 계측한 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 기초하여 구해져도 된다. 여기서, 리플렉터 (r31, r32 및 r33)를 기준 부재라고 바꿔 말하고, 리플렉터 (r21, r22 및 r23)를 제 2 부재라고 바꿔 말하면, 「제 2 변환 행렬을 사용하여」는, 「기준 부재와 제 2 부재의 위치 관계가 소정의 관계인 상태에서, 계측 장치 (21)가 기준 부재 및 제 2 부재 각각에 조사된 계측광에 기초하여 계측한 TCP의 위치 및 제 2 부재의 위치에 기초하여」라고 바꿔 말할 수 있다.
- [0133] (5-2) 계측 제어 장치 (10)에 있어서 로봇 좌표계의 변환이 행해지고, 가공 제어 장치 (30)에 있어서 TCP의 위치로의 변환이 행해지는 경우
- [0134] 로봇 아암 (410)의 위치 및 자세가 기준 위치 및 기준 자세와는 상이한 상태에서, 계측 장치 (21)는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 계측광을 조사해도 된다. 계측 장치 (21)는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측해도 된다.
- [0135] 계측 제어 장치 (10)의 연산 장치 (11)는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다. 송신부라고 칭할 수 있는 통신 장치 (13)는, 제 2 변환 행렬과, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 나타내는 제 3 위치 정보를 가공 제어 장치 (30)에 송신해도 된다.
- [0136] 가공 제어 장치 (30)의 연산 장치 (31)는, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 제 3 위치 정보에 의해 나타내는 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP의 위치로 변환해도 된다. 가공 제어 장치 (30)는, 변환된 TCP의 위치에 기초하여, 로봇 (41)의 로봇 아암 (410)의 이동을 제어하여, TCP의 위치를 이동시켜도 된다.
- [0137] (5-3) 계측 제어 장치 (10)에 있어서 TCP의 위치로의 변환이 행해지고, 가공 제어 장치 (30)에 있어서 로봇 좌표계의 변환이 행해지는 경우
- [0138] 로봇 아암 (410)의 위치 및 자세가 기준 위치 및 기준 자세와는 상이한 상태에서, 계측 장치 (21)는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 계측광을 조사해도 된다. 계측 장치 (21)는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측해도 된다.
- [0139] 계측 제어 장치 (10)의 연산 장치 (11)는, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 TCP의 위치로 변환해도 된다. 제 1 송신부라고 칭할 수 있는 통신 장치 (13)는, 제 1 변환 행렬과, 계측 좌표계에 있어서의 TCP의 위치를 나타내는 제 9 위치 정보를 가공 제어 장치 (30)에 송신해도 된다.
- [0140] 가공 제어 장치 (30)의 연산 장치 (31)는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 제 9 위치 정보에 의해 나타내는 계측

좌표계에 있어서의 TCP 의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치로 변환해도 된다. 가공 제어 장치 (30) 는, 변환된 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치에 기초하여, 로봇 (41) 의 로봇 아암 (410) 의 이동을 제어하여, TCP 의 위치를 이동시켜도 된다. 즉, 가공 제어 장치 (30) 는, 제 9 위치 정보에 기초하여, 로봇 아암 (410) 의 이동을 제어하여, TCP 의 위치를 이동시켜도 된다.

- [0141] (5-4) 가공 제어 장치 (30) 에 있어서 로봇 좌표계로의 변환 및 TCP 의 위치로의 변환이 행해지는 경우
- [0142] 로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세가 기준 위치 및 기준 자세와는 상이한 상태에서, 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 계측광을 조사해도 된다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측해도 된다.
- [0143] 제 1 송신부라고 칭할 수 있는 통신 장치 (13) 는, 제 1 변환 행렬과, 제 2 변환 행렬과, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 나타내는 제 8 위치 정보를 가공 제어 장치 (30) 에 송신해도 된다.
- [0144] 가공 제어 장치 (30) 의 연산 장치 (31) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 제 8 위치 정보에 의해 나타내는 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다. 연산 장치 (31) 는, 또한, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치로 변환해도 된다.
- [0145] 혹은, 연산 장치 (31) 는, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 제 8 위치 정보에 의해 나타내는 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치 및 자세로 변환해도 된다. 연산 장치 (31) 는, 또한, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치를, 로봇 좌표계의 TCP 의 위치로 변환해도 된다.
- [0146] 가공 제어 장치 (30) 는, 변환된 로봇 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치에 기초하여, 로봇 (41) 의 로봇 아암 (410) 의 이동을 제어하여, TCP 의 위치를 이동시켜도 된다. 여기서, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 를 제 2 부재라고 바꿔 말하면, 가공 제어 장치 (30) 는, 제 8 위치 정보에 의해 나타내는 제 2 부재의 위치를, 제 2 변환 행렬에 기초하여, TCP 의 위치로 변환하고, 그 변환된 TCP 의 위치에 기초하여, 로봇 아암 (410) 의 이동을 제어하여, TCP 의 위치를 이동시켜도 된다 (또는, TCP 의 위치를 이동하도록 로봇 (41) 을 제어해도 된다) 고 할 수 있다.
- [0147] (6) 워크 (W) 를 가공 가능한 복수의 로봇이 존재하는 경우
- [0148] 가공 대상이라고 칭할 수 있는 워크 (W) 는, 복수의 로봇에 의해 가공되어도 된다. 예를 들어, 도 17 및 도 18 에 나타내는 시스템 (1a) 은, 계측 제어 장치 (10), 계측 장치 (21), 가공 제어 장치 (30), 및 로봇 (41, 42 및 43) 을 구비한다. 시스템 (1a) 에서는, 가공 제어 장치 (30) 는, 로봇 (41, 42 및 43) 을 제어한다.
- [0149] 로봇 (41) 의 로봇 아암 (410) 에는, 도 5 에 나타낸 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 를 포함하는 리플렉터 모듈 (r2) 이 장착되어 있다. 단, 도 17 에서는 리플렉터 모듈 (r2) 의 도시를 생략하고 있다. 동일하게, 로봇 (42) 의 로봇 아암 (420) 에는, 3 개의 리플렉터를 포함하는 리플렉터 모듈이 장착되어 있다. 로봇 (43) 의 로봇 아암 (430) 에는, 3 개의 리플렉터를 포함하는 리플렉터 모듈이 장착되어 있다.
- [0150] 계측 장치 (21) 는, 로봇 아암 (410) 에 장착된 리플렉터 모듈 (r2) 에 포함되는 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 계측광을 조사 가능하다. 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측한다. 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다.
- [0151] 계측 장치 (21) 는, 로봇 아암 (420) 에 장착된 리플렉터 모듈에 포함되는 3 개의 리플렉터 각각에 계측광을 조사 가능하다. 계측 장치 (21) 는, 그 3 개의 리플렉터 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 그 3 개의 리플렉터 각각의 위치를 계측한다. 연산 장치 (11) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 로봇 아암 (420) 에 장착된 3 개의 리플렉터 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 그 3 개의 리플렉터 각각의 위치로 변환한다.
- [0152] 계측 장치 (21) 는, 로봇 아암 (430) 에 장착된 리플렉터 모듈에 포함되는 3 개의 리플렉터 각각에 계측광을 조사 가능하다. 계측 장치 (21) 는, 그 3 개의 리플렉터 각각에 조사된 계측광에 기초하여, 계측 좌표계에 있

어서의 그 3 개의 리플렉터 각각의 위치를 계측한다. 연산 장치 (11) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 로봇 아암 (430) 에 장착된 3 개의 리플렉터 각각의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 그 3 개의 리플렉터 각각의 위치로 변환한다.

- [0153] 로봇 아암 (410) 에 장착된 리플렉터 모듈(r2) 에 포함되는 리플렉터 (r21, r22 및 r23), 로봇 아암 (420) 에 장착된 리플렉터 모듈에 포함되는 3 개의 리플렉터, 그리고, 로봇 아암 (430) 에 장착된 리플렉터 모듈에 포함되는 3 개의 리플렉터는, 제 2 부재라고 칭해져도 된다. 연산부라고 칭할 수 있는 연산 장치 (11) 는, 워크 (W) 를 가공 가능한 로봇 (41, 42 및 43) 에 각각 장착되어 있는 복수의 제 2 부재 각각의 로봇 좌표계에 있어서의 위치를 연산 가능하다고 할 수 있다. 이 때, 제 1 변환 행렬은, 로봇 (41, 42 및 43) 에 각각 장착되어 있는 복수의 제 2 부재 각각의 로봇 좌표계에 있어서의 위치를 연산하기 위해 공용되어도 된다.
- [0154] (7) 화상으로부터 발광체의 위치를 특정하는 방법
- [0155] 「(3-1) 스테레오 카메라를 사용하는 방법」에서 설명한, 스테레오 카메라 (22) 를 사용하여, 예를 들어 발광체 (81) 등의 발광체의 위치를 특정하는 방법의 구체예에 대해 도 19 및 도 20 을 참조하여 설명한다.
- [0156] 스테레오 카메라 (22) 에 의해 촬상된 화상에는 노이즈가 포함되는 경우가 많다. 화상에 노이즈가 포함되어 있는 경우, 그 노이즈에서 기인하여 발광체의 위치가 오인식될 우려가 있다. 그래서, 예를 들면 도 19 의 플로 차트에 의해 나타내는 처리를 실시하여 노이즈를 제거함으로써, 오인식을 억제할 수 있다. 또한, 이하에 설명하는 처리는 일례이며, 이것에 한정되는 것은 아니다.
- [0157] 도 19 에 있어서, 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 스테레오 카메라 (22) 에 의해 촬상된 화상 (즉, 스테레오 카메라 (22) 에 포함되는 2 개의 카메라 각각에 의해 촬상된 화상) 을 취득한다 (스텝 S301). 연산 장치 (11) 는, 스텝 S301 의 처리에 있어서 취득된 화상에 기초하여, 시차 화상을 생성한다 (스텝 S302). 또, 시차 화상의 생성 방법에 대해서는 기존의 각종 양태를 적용 가능하므로, 그 상세에 대한 설명은 생략한다.
- [0158] 연산 장치 (11) 는, 스텝 S302 의 처리에 있어서 생성된 시차 화상에 대하여, 메디안 필터 처리를 실시한다 (스텝 S303). 연산 장치 (11) 는, 메디안 필터 처리가 실시된 화상에 대하여, 추가로 인티그레이션 스레시홀드 (Integration Threshold : IT) 처리를 실시한다 (스텝 S304).
- [0159] 인티그레이션 스레시홀드 처리는, 시차 화상에 있어서의 각 화소의 값 (예를 들면, 휘도값) 을 시간 방향으로 적산 또는 가산 평균하여, 소정값 이하의 화소의 값을 제외하는 (예를 들면, 0 으로 하는) 처리이다. 「각각 화소의 값을 시간 방향으로 적산 또는 가산 평균」한다는 것은, 각 화소의 값을, 시간적으로 연속되는 복수의 시차 화상에 걸쳐 적산 또는 가산 평균하는 것을 의미한다. 또한, 소정값은, 임계값으로 칭해져도 된다.
- [0160] 노이즈에서 기인하여 값이 비교적 커지는 화소는 랜덤이다 (즉, 화상마다 상이하다). 각 화소의 값을 시간 방향으로 적산 또는 가산 평균하면, 노이즈에 대응하는 화소의 값은 비교적 작아진다. 이 때문에, 소정값 이하의 화소의 값을 제거함으로써, 노이즈를 제거할 수 있다.
- [0161] 인티그레이션 스레시홀드 처리에 대해, 도 20 을 참조하여 설명을 추가한다. 여기서는, 5×5 화소의 프레임 화상을 사용하여 설명한다. 예를 들면 "0"이나 "255" 등의 수치는, 화소의 휘도값을 나타내고 있다.
- [0162] 인티그레이션 스레시홀드 처리에서는, 예를 들어, n 번째의 화상인 (n) 프레임을 구성하는 각 화소의 휘도값과, (n) 프레임에 계속되는 n+1 번째의 화상인 (n+1) 프레임을 구성하는 각 화소의 휘도값이 가산 (적산) 됨으로써, 새로운 화상이 생성된다 (도 20(b) 참조). 또한, 가산 평균의 경우에는, (n) 프레임을 구성하는 각 화소의 휘도값과, (n+1) 프레임을 구성하는 각 화소의 휘도값의 가산 평균이 구해진다.
- [0163] 다음으로, 생성된 새로운 화상에 있어서 최대의 휘도값 (여기서는, "499") 에 소정의 비율 (예를 들어 50 %) 을 곱함으로써 임계값이 구해진다. 그리고, 생성된 새로운 화상에 있어서, 휘도값이 임계값 이하인 화소의 휘도값이 "0"으로 된다 (도 20(c) 참조).
- [0164] 도 20(c) 의 화상을 구성하는 각 화소의 휘도값과, (n+1) 프레임에 이어지는 n+2 번째의 화상인 (n+2) 프레임을 구성하는 각 화소의 휘도값을 가산 (적산) 함으로써, 새로운 화상이 생성되어도 된다. 즉, 인티그레이션 스레시홀드 처리는, 시간적으로 연속되는 복수의 화상을 사용하여 실시되어도 된다.
- [0165] 도 19 로 돌아와, 연산 장치 (11) 는, 스텝 S304 의 처리에 있어서 인티그레이션 스레시홀드 처리가 실시된 시차 화상으로부터 발광체의 위치를 검출한다 (스텝 S305).

- [0166] 또한, 연산 장치 (11) 는, 시차 화상에, 예를 들어 메디안 필터 처리나 인티그레이션 스톱밴드 처리 등의 노이즈 제거에 관한 처리를 실시하는 것 대신에, 스텝 S301 의 처리에 있어서 취득된 화상 (즉, 스테레오 카메라 (22) 에 의해 촬상된 화상) 에 대해, 노이즈 제거에 관한 처리를 실시해도 된다.
- [0167] 상기 서술한 방법 대신에 또는 추가하여, 이하의 방법이 사용되어도 된다. 여기서, 스테레오 카메라 (22) 에 포함되는 2 개의 카메라 중 일방의 카메라에는, 밴드 패스 필터가 형성되어 있어도 된다. 밴드 패스 필터는, 예를 들어 LED 등의 발광체 (81) (도 8 참조) 로부터 발해지는 광의 파장 대역의 투과율이 비교적 높고, 그 이외의 파장 대역의 투과율이 비교적 낮아지도록 구성되어 있어도 된다. 스테레오 카메라 (22) 에 포함되는 2 개의 카메라 중 일방의 카메라로 촬상된 화상에서는, 발광체 (81) 가 찍혀 있는 부분의 휘도값이 비교적 높은 한편, 그 이외의 부분의 휘도값이 비교적 낮아진다. 이 때문에, 상기 일방의 카메라로 촬상된 화상을 참조함으로써, 발광체 (81) 의 위치를 비교적 용이하게 추정할 수 있다. 그 후, 상기 일방의 카메라로 촬상된 화상으로부터 추정된 발광체 (81) 의 위치에 기초하여, 스테레오 카메라 (22) 에 포함되는 2 개의 카메라 중 타방의 카메라로 촬상된 화상에 있어서의 발광체 (81) 의 대략의 위치가 특정되어도 된다. 그리고, 특정된 대략의 위치에 기초하여, 예를 들어 타방의 카메라로 촬상된 화상으로부터 발광체 (81) 의 특정 부분을 탐색함으로써, 발광체 (81) 의 위치가 특정되어도 된다. 이 방법에 의하면, 예를 들어 발광체 (81) 의 특정 부분의 탐색에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있음과 함께, 오인식을 억제할 수 있다.
- [0168] (8) 로봇 (41) 의 동작시의 계측
- [0169] 로봇 (41) 에 의한 워크 (W) 의 가공 정밀도를 향상시키는 관점에서, 로봇 (41) 의 동작시에, 로봇 아암 (410) 에 장착된 리플렉터 모듈 (r2) 에 포함되는 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치가, 계측 장치 (21) 에 의해 계측되는 것이 바람직하다.
- [0170] 다른 한편으로, 로봇 아암 (410) 이 이동하고 있으면, 예를 들어 리플렉터 (r21) 의 위치가 계측된 제 1 시점과, 리플렉터 (r22) 의 위치가 계측된 제 2 시점이 상이한 결과, 제 1 시점에 있어서의 로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세와, 제 2 시점에 있어서의 로봇 아암 (410) 의 위치 및 자세가 상이할 우려가 있다.
- [0171] 이 때문에, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측하기 위해서, 로봇 아암 (410) 의 이동이 일시적으로 정지되어도 된다. 다만, 로봇 (41) 의 작업 효율의 관점에서, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치의 계측을 위해서 로봇 아암 (410) 의 이동을 정지하는 시간은, 가능한 한 짧게 하는 것이 바람직하다. 또한, 계측광의 주사 속도가 로봇 아암 (410) 의 이동 속도에 비해 충분히 크면, 계측 오차를 무시할 수 있다. 이 경우, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측하기 위해서, 로봇 아암 (410) 의 이동이 일시적으로 정지되지 않아도 된다. 또한, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치의 계측시에, 로봇 아암 (410) 의 이동 속도가 저하되어도 된다.
- [0172] 로봇 (41) 은 가공 제어 장치 (30) 에 의해 제어된다. 이 때문에, 로봇 (41) 의 동작시에는, 계측 제어 장치 (10) 는, 가공 제어 장치 (30) 로부터 출력되는 신호에 따라서, 계측 장치 (21) 에 의한 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측을 제어한다.
- [0173] 가공 제어 장치 (30) 의 연산 장치 (31) 는, 예를 들면, 로봇 아암 (410) 에 장착된 리플렉터 모듈 (r2) 에 포함되는 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측이 실시될 때의 TCP 의 위치 및 자세를 결정해도 된다. 그 후, 연산 장치 (31) 는, 계측 장치 (21) 에 계측을 개시시키기 위한 계측 개시 신호를 생성한다. 통신 장치 (33) 는, 계측 개시 신호를, 계측 제어 장치 (10) 에 송신해도 된다. 여기서, 계측 개시 신호에는, 계측 제어 장치 (10) 가 계측 장치 (21) 를 제어하기 위한 정보가 포함되어 있어도 된다.
- [0174] (i) 예를 들면, 계측 개시 신호에는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측이 실시될 때의 TCP 의 위치 및 자세 (이후, 적절히 "계측시의 TCP 의 위치"라고 칭한다) 를 나타내는 위치 정보가 포함되어 있어도 된다. 구체적으로는, 가공 제어 장치 (30) 의 연산 장치 (31) 에 의해 결정된 로봇 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를 나타내는 위치 정보가 포함되어 있어도 된다.
- [0175] 이 경우, 예를 들면 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 개시 신호에 포함되는 위치 정보에 의해 나타내는 로봇 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치로 변환해도 된다. 연산 장치 (11) 는, 또한, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다.

- [0176] 혹은, 연산 장치 (11) 는, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다. 연산 장치 (11) 는, 또한, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다.
- [0177] 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 기초하여, 계측 장치 (21) 에 의한 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측을 제어해도 된다.
- [0178] (ii) 예를 들면, 계측 개시 신호에는, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 나타내는 위치 정보가 포함되어 있어도 된다. 이 경우, 가공 제어 장치 (30) 의 연산 장치 (31) 는, 로봇 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를 결정해도 된다. 연산 장치 (31) 는, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다. 통신 장치 (33) 는, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 나타내는 위치 정보를 포함하는 계측 개시 신호를, 계측 제어 장치 (10) 에 송신해도 된다.
- [0179] 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 개시 신호에 포함되는 위치 정보에 의해 나타내는 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다. 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 기초하여, 계측 장치 (21) 에 의한 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측을 제어해도 된다.
- [0180] (iii) 예를 들어, 계측 개시 신호에는, 계측 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를 나타내는 위치 신호가 포함되어 있어도 된다. 이 경우, 가공 제어 장치 (30) 의 연산 장치 (31) 는, 로봇 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를 결정해도 된다. 연산 장치 (31) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치로 변환해도 된다. 통신 장치 (33) 는, 계측 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를 나타내는 위치 정보를 포함하는 계측 개시 신호를, 계측 제어 장치 (10) 에 송신해도 된다.
- [0181] 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 계측 개시 신호에 포함되는 위치 정보에 의해 나타내는 계측 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다. 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 기초하여, 계측 장치 (21) 에 의한 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측을 제어해도 된다.
- [0182] (iv) 예를 들어, 계측 개시 신호에는, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 나타내는 위치 정보가 포함되어 있어도 된다. 이 경우, 가공 제어 장치 (30) 의 연산 장치 (31) 는, 로봇 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를 결정해도 된다. 연산 장치 (31) 는, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치로 변환해도 된다. 연산 장치 (31) 는, 또한, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다.
- [0183] 혹은, 연산 장치 (31) 는, 제 2 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치를, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다. 연산 장치 (31) 는, 또한, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환해도 된다.
- [0184] 통신 장치 (33) 는, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 나타내는 위치 정보를 포함하는 계측 개시 신호를, 계측 제어 장치 (10) 에 송신해도 된다. 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 개시 신호에 포함되는 위치 정보에 의해 나타내는 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 기초하여, 계측 장치 (21) 에 의한 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측을 제어해도 된다.
- [0185] 또한, 계측 개시 신호는, 위치 정보를 포함하는 제 1 계측 개시 신호와, 계측 제어 장치 (10) 에 대해 계측을 명하는 제 2 계측 개시 신호를 포함하고 있어도 된다. 이 경우, 가공 제어 장치 (30) 의 통신 장치 (33) 는, 먼저, 제 1 계측 개시 신호를 계측 제어 장치 (10) 에 송신해도 된다. 이 때, 가공 제어 장치 (30) 는, 제 1 계측 개시 신호에 포함되는 위치 정보에 의해 나타내는 소정의 위치로 로봇 아암 (410) 이 이동하도록 로봇 (41) 을 제어해도 된다. 로봇 아암 (410) 의 소정의 위치로의 이동이 완료된 것을 나타내는 신호를 로봇

(41) 으로부터 수신한 가공 제어 장치 (30) 의 통신 장치 (33) 는, 제 2 계측 개시 신호를 계측 제어 장치 (10) 에 송신해도 된다. 이 결과, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치의 계측이 개시되어도 된다.

[0186] 이 경우, 계측 제어 장치 (10) 는, 제 1 계측 개시 신호에 포함되는 위치 정보에 기초하여, 계측시에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 추정해도 된다. 그리고, 계측 제어 장치 (10) 는, 그 추정된 위치에 계측광이 조사되도록 계측 장치 (21) 의 계측광의 사출 방향을 미리 변경해도 된다. 혹은, 계측 제어 장치 (10) 는, 제 1 계측 개시 신호에 포함되는 위치 정보에 의해 나타내는 위치에 계측광이 조사되도록 계측 장치 (21) 의 계측광의 사출 방향을 미리 변경해도 된다. 그 후, 계측 제어 장치 (10) 는, 제 2 계측 개시 신호를 수신할 때까지 대기 상태로 되어도 된다. 이 때, 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 계측 가능한 상태로 대기한다. 계측 제어 장치 (10) 가 제 2 계측 개시 신호를 수신한 경우, 계측 제어 장치 (10) 는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치의 계측을 개시해도 된다.

[0187] 또한, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 를 제 2 부재라고 바꿔 말하면, 상기 (iii) 의 경우에 있어서, 「계측 개시 신호에 포함되는 위치 정보에 의해 나타내는 계측 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치」는, 「가공 제어 장치에 있어서 제 1 변환 행렬에 기초하여 변환된 제 2 부재를 계측하기 위한 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치」라고 바꿔 말할 수 있다. 동일하게, 상기 (iv) 의 경우에 있어서 「계측 개시 신호에 포함되는 위치 정보에 의해 나타내는 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치」는, 「가공 제어 장치에 있어서 제 1 변환 행렬에 기초하여 변환된 제 2 부재를 계측하기 위한 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치」라고 바꿔 말할 수 있다.

[0188] 또한, 상기 (iii) 의 경우에 있어서, 「연산 장치 (31) 가, 제 1 변환 행렬을 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 계측시의TCP 의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 계측시의 TCP 의 위치로 변환」하는 것은, 「연산 장치 (31) 가, 제 1 변환 행렬에 기초하여 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 를 계측하기 위해서, 로봇 좌표계에 있어서의 계측 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치로 변환」한다고 바꿔 말할 수 있다. 동일하게, 상기 (iv) 의 경우에 있어서, 「연산 장치 (31)가, 제 1 변환 정보를 사용하여, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환」하는 것은, 「연산 장치 (31)가, 제 1 변환 행렬에 기초하여, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 를 계측하기 위해서, 로봇 좌표계에 있어서의 계측 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치로 변환」한다고 바꿔 말할 수 있다.

[0189] 상기 서술한 바와 같이, 가공 제어 장치 (30) 의 통신 장치 (33) 는, 계측 개시 신호를 계측 제어 장치 (10) 에 송신해도 된다. 바꿔 말하면, 계측 제어 장치 (10) 의 통신 장치 (13) 는, 가공 제어 장치 (30) 로부터 계측 개시 신호를 수신해도 된다. 즉, 계측 제어 장치 (10) 는, 가공 제어 장치 (30) 로부터 계측 장치 (21) 에 계측을 개시시키기 위한 계측 개시 신호를 수신하는, 수신부라고 칭할 수 있는 통신 장치 (13) 를 구비해도 된다.

[0190] 또한, 상기 (i) 내지 (iii) 의 경우에 있어서, 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 가, 계측 개시 신호에 포함되는 위치 정보에 의해 나타내는 위치를, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환하는 것은, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 추정한다고 칭해져도 된다. 이 때문에, 연산 장치 (11) 는 추정부라고 칭해져도 된다.

[0191] 상기 서술한 바와 같이, 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 개시 신호에 포함되는 위치 정보에 의해 나타내는 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 기초하여, 계측 장치 (21) 에 의한 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측을 제어해도 된다. 여기서, 「계측 장치 (21) 에 의한 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측을 제어」하는 것에는, 계측광의 방향 (즉, 사출 방향) 을 변경하는 것이 포함되어 있어도 된다. 계측 제어 장치 (10) 는, 추정부라고 칭할 수 있는 연산 장치 (11) 에 의해 추정된 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에, 계측 장치 (21) 로부터 사출되는 계측광이 조사되도록, 계측광의 방향을 변경해도 된다. 여기서, 계측 장치 (21) 는, 로봇 (41) 의 동작에 수반하여 이동하는 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 추미 (追尾) 가능한 추미 장치 (도시 생략) 를 구비하고 있어도 된다. 이 경우, 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치를 나타내는 신호를 추미 장치에 송신함으로써, 계측광의 방향을 변경해도 된다.

[0192] 가공 제어 장치 (30) 의 연산 장치 (31) 는, 계측 장치 (21) 가 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 계측을 개시하는 타이밍을 결정해도 된다. 연산 장치 (31) 는, 그 결정된 타이밍을 나타내는 타이밍 정보 (바꿔 말하면, 타이밍 신호) 를 생성해도 된다. 가공 제어 장치 (30) 의 통신 장치 (33) 는, 계측 개시 신호에 추가하여, 타이밍 정보를 계측 제어 장치 (10) 에 송신해도 된다. 바꿔 말하면, 계측 제어 장치 (10) 의 통신 장

치 (13) 는, 타이밍 정보를 수신해도 된다. 즉, 수신부라고 칭할 수 있는 통신 장치 (13) 는, 계측을 개시하는 타이밍을 나타내는 타이밍 정보를 수신해도 된다. 또한, 타이밍 신호는, 상기 서술한 「제 2 계측 개시 신호」에 상당할 수 있다.

[0193] (8-1) 계측광의 사출 방향의 변경예

[0194] 계측광의 사출 방향의 변경 방법의 구체예에 대해 도 21 를 참조하여 설명한다. 예를 들어, 계측 장치 (21) 에 있어서, 계측광을 반사하는 미러의 각도가 변경됨으로써, 계측광의 사출 방향이 변경되는 경우, 측정 제어 장치 (10) 가 계측 장치 (21) 가 구비하는 미러의 각도를 변경하는 모터를 제어함으로써, 사출 방향이 변경된다.

[0195] 이 경우, 예를 들면 모터의 기계적인 응답 지연에서 기인하여, 측정 제어 장치 (30) 가 모터의 제어를 개시하고 나서, 계측광의 사출 방향이 원하는 사출 방향이 될 때까지, 어느 정도의 시간을 필요로 한다.

[0196] 도 21 에 있어서, 점선원은, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치 (즉, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 가 계측되는 위치) 를 나타내고 있다. "P21" 은 리플렉터 (r21) 의 위치를 나타내고 있고, "P22" 는 리플렉터 (r22) 의 위치를 나타내고 있고, "P23" 은 리플렉터 (r23) 의 위치를 나타내고 있다. 또한, 위치 (P21, P22 및 P23) 는, 각각, 예를 들면, 계측 개시 신호에 포함되는 위치 정보에 의해 나타내는 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치에 대응하고 있어도 된다.

[0197] 계측 장치 (21) 로부터 연장되는 실선 화살표는, 계측광의 현재의 사출 방향 (d0) 을 나타내고 있다. 계측 장치 (21) 가, 예를 들어 도 21 에 나타내는 리플렉터 (r21) 를 최초로 계측하는 경우, 계측광의 현재의 사출 방향 (d0) 과 목표의 사출 방향 (d1) 의 차 (α) 는 비교적 크다. 이 경우, 계측 제어 장치 (10) 가 계측 장치 (21) 의 제어를 개시하고 나서, 리플렉터 (r21) 의 계측이 실제로 개시될 때까지 필요로 하는 시간은 비교적 길어진다.

[0198] 이에 대하여, 계측 장치 (21) 가, 예를 들어 도 21 에 나타내는 리플렉터 (r22) 를 최초로 계측하는 경우, 계측광의 현재의 사출 방향 (d0) 으로부터 목표의 사출 방향 (d2) 과의 차 (β) 는 비교적 작다. 이 경우, 계측 제어 장치 (30) 가 계측 장치 (21) 의 제어를 개시하고 나서, 리플렉터 (r22) 의 계측이 실제로 개시될 때까지 필요로 하는 시간은 비교적 짧아진다.

[0199] 계측 제어 장치 (10) 는, 예를 들면 계측 개시 신호에 포함되는 위치 정보에 기초하는, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치와, 계측 장치 (21) 의 계측광의 현재의 사출 방향 (d0) 에 기초하여, 계측광의 사출 방향의 변경량이 억제되도록, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측의 순번을 결정해도 된다. 이와 같이 하면, 계측 장치 (21) 가 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있다. 또한, 도 21 에 나타내는 경우, 계측 제어 장치 (10) 는, 최초로 리플렉터 (r22) 가 계측되고, 이어서 리플렉터 (r23) 가 계측되고, 마지막으로 리플렉터 (r21) 가 계측되도록, 계측의 순번을 결정해도 된다.

[0200] 또한, 「계측 개시 신호에 포함되는 위치 정보에 기초한, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치」는, 「위치 정보에 의해 나타내는 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치」에 한정되지 않고, 「계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 에 의해, 위치 정보에 의해 나타내는 위치가, 제 1 변환 행렬 및 제 2 변환 행렬 중 적어도 일방을 사용하여 변환된 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치」를 포함하는 개념이다.

[0201] (8-2) 리플렉터의 계측 방법

[0202] (8-2-1) 계측 타이밍

[0203] 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측에 필요로 하는 시간을 단축하는 관점에서, 계측 장치 (21) 의 계측광 (L2) 의 사출 방향이, 리플렉터 (r21, r22 또는 r23) 의 위치의 방향이 되도록, 사출 방향이 미리 변경되는 것이 바람직하다. 예를 들면, 계측 제어 장치 (10) 는, 계측 개시 신호를 수신한 후이면서, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 가, 계측 장치 (21) 에 의해 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 가 계측되는 위치 (예를 들면 도 21 의 위치 (P21, P22 및 P23 참조) 에 위치하기 전에, 계측 장치 (21) 에 의해 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 가 계측되는 위치를 향하여 계측광 (L2) 이 조사되도록, 계측광 (L2) 의 사출 방향을 변경해도 된다. 또한, 계측 제어 장치 (10) 는, 타이밍 정보를 수신한 후이면서, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 가, 계측 장치 (21) 에 의해 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 가 계측되는 위치에 위치하기 전에, 계측 장치 (21) 에 의해 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 가 계측되는 위치를 향하여, 계측 장치 (21) 로부터 계측광 (L2) 이 조사되도록, 계측광 (L2) 의 사출 방

향을 변경해도 된다.

- [0204] 다른 한편으로, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 가, 계측 장치 (21) 에 의해 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 가 계측되는 위치에 위치하기 전에, 계측 장치 (21) 에 의해 리플렉터 (r21, r22 또는 r23) 가 계측되는 위치를 향하여 계측광 (L2) 이 사출되면, 계측해야 할 리플렉터와는 다른 리플렉터에 계측광 (L2) 이 조사될 우려가 있다.
- [0205] 예를 들어, 로봇 아암 (410) 에 장착된 리플렉터 모듈 (r2) 이, 도 22 에 파선 화살표로 나타내는 궤도를 따라 이동하는 것으로 한다. 계측 장치 (21) 의 계측광 (L2) 의 사출 방향은, 리플렉터 (r22) 가 계측되는 위치 (P22) 의 방향인 것으로 한다. 이 경우, 리플렉터 (r22) 가 위치 (P22) 에 위치하기 전에, 리플렉터 (r23) 가 위치 (P22) 근방을 통과한다. 리플렉터 (r22) 가 위치 (P22) 에 위치하기 전에, 계측 장치 (21) 로부터 계측광 (L2) 이 사출되고 있으면, 계측광 (L2) 이 리플렉터 (r23) 에 조사될 우려가 있다. 그러면, 리플렉터 (r23) 에 조사된 계측광 (L2) 에 기초하는 계측 결과가, 리플렉터 (r22) 에 관한 계측 결과로서 계측 장치 (21) 로부터 출력될 우려가 있다. 즉, 리플렉터의 오인식이 발생할 우려가 있다.
- [0206] 이러한 오인식의 발생을 억제하기 위해서, 계측 개시 신호에는, 예를 들어 대기 시간을 나타내는 정보가 포함되어 있어도 된다. 대기 시간은, 예를 들어, 계측 제어 장치 (10) 가 계측 개시 신호를 수신하고 나서, 계측 장치 (21) 가 계측광 (L2) 의 사출을 개시할 때까지의 시간이어도 된다. 대기 시간은, 예를 들어 가속 제어 장치 (30) 의 연산 장치 (31) 에 의해 결정된, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측이 실시될 때의 TCP 의 위치 및 자세를 실현하기 위해서, 로봇 아암 (410) 의 제어에 필요로 하는 시간에 기초하여 설정되어도 된다.
- [0207] 가공 제어 장치 (30) 가, 계측 개시 신호에 추가하여 타이밍 정보를 계측 제어 장치 (10) 에 송신하는 경우, 계측 개시 신호에는, 예를 들면 대기 시간을 나타내는 정보가 포함되지 않아도 된다. 이 경우, 타이밍 정보는, 계측 장치 (21) 가 계측을 개시해야 할 시각을 나타내도 된다. 타이밍 정보에 의해 나타내는 시각은, 로봇 아암 (410) 이 제어됨으로써, 예를 들어 연산 장치 (31) 에 의해 결정된 TCP 의 위치 및 자세 (즉, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측이 실시될 때의 TCP 의 위치 및 자세) 가 실현되는 시각에 기초하여 설정되어도 된다. 혹은, 타이밍 정보는, 계측 장치 (21) 가 계측을 개시하는 타이밍으로서, 상기 대기 시간을 나타내도 된다.
- [0208] 이와 같이 하면, 계측 장치 (21) 가 계측해야 할 리플렉터가, 그 리플렉터가 계측되는 위치에 위치하기 전에, 계측 장치 (21) 로부터 계측광 (L2) 이 사출되는 것을 억제할 수 있다. 이 결과, 리플렉터의 오인식의 발생을 억제할 수 있다. 또한, 계측광 (L2) 이 계측 장치 (21) 로부터 사출되는 한편, 계측 장치 (21) 가 계측을 개시해야 할 타이밍이 될 때까지, 계측 장치 (21) 의 수광 센서를 오프로 하거나, 그 수광 센서로부터의 출력에 기초하여 계측값을 연산하지 않거나 해도 된다. 이 경우에도, 리플렉터의 오인식의 발생을 억제할 수 있다.
- [0209] (8-2-2) 계측광의 조사 방법
- [0210] 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 가 계측 장치 (21) 에 의해 계측되는 경우, 가공 제어 장치 (30) 의 연산 장치 (31) 에 의해 결정된, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측이 실시될 때의 TCP 의 위치 및 자세 (즉, 계측시의 TCP 의 위치) 에 기초하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치 (예를 들면 도 21 의 위치 (P21, P22 및 P23) 참조) 가 연산 (추정) 된다. 이 「계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치」 를, 이후, 적절히 「추정된 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 계측 위치」 라고 칭한다.
- [0211] 그런데, 추정된 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 계측 위치와, 계측시에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 실제 위치가 상이한 경우가 있다. 이 경우, 추정된 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 계측 위치 중, 계측 대상인 리플렉터의 위치를 향하여, 계측 장치 (21) 가 계측광 (L2) 을 사출했다고 해도, 계측 대상인 리플렉터에 계측광 (L2) 은 조사되지 않는다. 바꿔 말하면, 계측 대상인 리플렉터의 위치의 계측을 할 수 없다.
- [0212] 그래서 계측 장치 (21) 는, 계측광 (L2) 의 궤도가, 예를 들면 추정된 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 계측 위치 중, 계측 대상인 리플렉터의 위치를 중심으로 하는 나선 궤도가 되도록, 계측광 (L2) 을 사출해도 된다. 예를 들면 리플렉터 (r22) 가 계측 대상 리플렉터인 경우, 도 23 에 나타내는 바와 같이, 계측 장치 (21) 는, 추정된 리플렉터 (r22) 의 계측 위치인 위치 (P22) 를 중심으로 하는 나선 궤도가 되도록, 계측광 (L2) 을 사출해도 된다. 또한, 계측광 (L2) 의 궤도는, 나선 궤도에 한정되지 않고, 예를 들어 래스터 스캔과 같은 궤도여도 된다.
- [0213] 이와 같이 하면, 추정된 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 계측 위치와, 계측시에 있어서의 리플렉터 (r21,

r22 및 r23) 각각의 실제 위치가 상이한 경우라도, 계측 장치 (21) 가, 계측 대상인 리플렉터에 계측광 (L2) 을 조사할 수 있다. 즉, 계측 장치 (21) 가, 계측 대상인 리플렉터의 위치를 계측할 수 있다.

- [0214] (8-2-3) 추정된 위치의 보정
- [0215] 상기 서술한 바와 같이, 추정된 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 계측 위치와, 계측시에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 실제 위치가 상이한 경우가 있다.
- [0216] 계측 장치 (21) 가, 예를 들면, 최초로 리플렉터 (r22) 의 위치를 계측하고, 이어서 리플렉터 (r23) 의 위치를 계측하고, 마지막으로 리플렉터 (r21) 의 위치를 계측하는 것으로 한다. 이 경우, 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 계측 장치 (21) 에 의해 리플렉터 (r22) 의 위치의 계측이 실시된 후, 계측 장치 (21) 에 의해 리플렉터 (r23) 의 위치의 계측이 실시되기 전에, 추정된 리플렉터 (r22) 의 계측 위치와, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된 리플렉터 (r22) 의 실제 위치를 비교해도 된다. 연산 장치 (11) 는, 비교 결과에 기초하여, 추정된 리플렉터 (r23 및 r21) 각각의 계측 위치를 보정해도 된다. 즉, 추정부라고 칭할 수 있는 연산 장치 (11) 는, 추정된 계측 대상인 하나의 리플렉터의 위치와, 계측 장치 (21) 가 계측 대상인 하나의 리플렉터에 조사된 계측광 (L2) 에 기초하여 계측한 계측 대상인 하나의 리플렉터의 위치에 기초하여, 계측 대상인 다른 리플렉터의 위치를 보정해도 된다.
- [0217] 리플렉터 (r23 및 r21) 각각의 위치가 계측될 때에, 계측 제어 장치 (10) 가, 리플렉터 (r23 및 r21) 각각의 보정된 계측 위치에 기초하여, 계측 장치 (21) 의 계측광의 사출 방향을 제어하면, 리플렉터 (r23 및 r21) 각각의 위치의 계측에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있다.
- [0218] (8-2-4) 정지 판정
- [0219] TCP 의 위치 및 자세가, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 의 계측이 실시될 때의 위치 및 자세가 되도록, 가공 제어 장치 (30) 가 로봇 (41) 의 제어를 완료한 경우라도, 예를 들어 로봇 (41) 을 구성하는 기구의 정지시의 반동에서 기인하여, 로봇 아암 (410) 에 진동이 발생하는 경우가 있다.
- [0220] 계측 장치 (21) 는, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 중, 계측 대상인 하나의 리플렉터의 위치를 복수 회 계측해도 된다. 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 계측 대상인 하나의 리플렉터에 대한 복수 회의 계측 결과에 의해 각각 나타내는 복수의 위치의 소정 기간 (예를 들어 수백 밀리초 ~ 수초) 에 있어서의 편차가 소정의 범위 내 (예를 들어 도 24 에 나타내는 파선원의 범위 내) 이면, 로봇 아암 (410) 이 정지되어 있다고 판정해도 된다. 이와 같이 하면, 로봇 아암 (410) 의 진동에서 기인하여, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된 위치의 정밀도의 저하를 억제할 수 있다. 또한, 상기 소정의 범위는, 예를 들어 계측 장치 (21) 에 의한 위치 계측의 허용 오차, 바꿔 말하면, 계측 장치 (21) 에 의한 위치 계측에 요구되는 계측 정밀도에 기초하여 설정되어도 된다.
- [0221] (8-2-5) 계측광의 다른 조사 방법
- [0222] 측정 제어 장치 (10) 는, 추정된 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 계측 위치에 기초하여, 예를 들면 도 25 에 나타내는 바와 같이, 계측 장치 (21) 의 계측광 (L2) 의 궤도가, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 를 포함하는 범위에서 나선 궤도가 되도록, 계측 장치 (21) 를 제어해도 된다.
- [0223] (8-2-6) 계측 결과
- [0224] 로봇 (41) 의 동작시에, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치는, 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 에 의해 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환되어도 되고, 가공 제어 장치 (30) 의 연산 장치 (11) 에 의해 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치로 변환되어도 된다.
- [0225] (9) 기타
- [0226] (9-1) 로봇 (41) 에 장착되는 엔드 이펙터는, 가공 이외의 용도의 엔드 이펙터여도 된다. 가공 이외의 용도의 엔드 이펙터로는, 예를 들어, 픽업용 핸드 (구체적으로는 흡착 핸드, 파지 핸드 등) 나, CMM (Coordinate Measuring Machine) 등을 들 수 있다. CMM 은, 예를 들어 주사 레이저 프로브 타입이나 광학 타입 등의 비접촉 측정을 실시하는 것이어도 된다. 예를 들면, CMM 이 엔드 이펙터로서 로봇 (41) 에 장착되어 있고, CMM 에 의해 워크 (W) (도 1 참조) 가 계측되는 경우, 로봇 (41) 은 처리 장치라고 칭해져도 되고, 워크 (W) 는 처리 대상이라고 칭해져도 된다.

- [0227] (9-2) 계측 제어 장치 (10) 의 기억 장치 (12) 에는, 계측 제어 장치 (10) 의 기능을 실현하기 위한 하나 또는 복수의 프로그램이 격납되어 있어도 된다. 연산 장치 (11) 가, 기억 장치 (12) 에 격납된 하나 또는 복수의 프로그램 중 적어도 하나의 프로그램을 실행함으로써, 상기 서술한 연산 장치 (11) 의 기능이 실현되어도 된다.
- [0228] 가공 제어 장치 (30) 의 기억 장치 (32) 에는, 가공 제어 장치 (30) 의 기능을 실현하기 위한 하나 또는 복수의 프로그램이 격납되어 있어도 된다. 연산 장치 (31) 가, 기억 장치 (32) 에 격납된 하나 또는 복수의 프로그램 중 적어도 하나의 프로그램을 실행함으로써, 상기 서술한 연산 장치 (31) 의 기능이 실현되어도 된다.
- [0229] (9-3) 리플렉터 (r11, r12 및 r13), 그리고, 예를 들면 리플렉터 (r31, r32 및 r33) 를 「제 1 계측용 부재」로 바꿔 말하고, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 를 「제 2 계측용 부재」로 바꿔 말한다.
- [0230] 「(2-2) 좌표 변환」에 있어서 설명한 바와 같이, 계측 좌표계에 있어서의 위치와 로봇 좌표계에 있어서의 위치를 변환하기 위한 제 1 변환 행렬은, 예를 들면, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r11, r12 및 r13) 각각의 위치 (즉, 제 1 계측용 부재의 위치) 에 기초하여 구해되도 된다. 또한, 「(4) 툴 센터 포인트」에 있어서 설명한 바와 같이, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치와 TCP 의 위치를 변환하기 위한 제 2 변환 행렬은, 예를 들면 도 12 에 나타내는 지그 (91a) 에 장착된 리플렉터 (r31, r32 및 r33) 각각의 위치 (즉, 제 1 계측용 부재의 위치) 에 기초하여 구해되도 된다. 이 때문에, 제 1 변환 행렬 및 제 2 변환 행렬은, 제 1 계측용 부재의 위치에 기초하고 있다고 말할 수 있다.
- [0231] 「(5) TCP 의 위치의 연산」에서 설명한 바와 같이, 계측 제어 장치 (10) 의 연산 장치 (11) 는, 제 1 계측용 부재의 위치에 기초한 제 1 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치 (즉, 제 2 계측용 부재의 위치) 를, 로봇 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치 (즉, 제 2 계측용 부재의 위치) 로 변환해도 된다. 또한, 연산 장치 (11) 는, 제 1 계측용 부재의 위치에 기초한 제 2 변환 행렬을 사용하여, 계측 좌표계에 있어서의 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치 (즉, 제 2 계측용 부재의 위치) 를, 계측 좌표계에 있어서의 TCP 의 위치로 변환해도 된다.
- [0232] 이러한 점들에서 다음의 양태가 도출된다. 연산부라고 칭할 수 있는 연산 장치 (11) 는, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된 제 1 계측용 부재의 위치에 기초하여, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된 제 2 계측용 부재의 위치를 변환해도 된다. 이 경우, 송신부라고 칭할 수 있는 통신 장치 (13) 는, 변환된 제 2 계측용 부재의 위치를 나타내는 위치 정보를 가공 제어 장치 (30) 에 송신해도 된다.
- [0233] 또한, 연산부라고 칭할 수 있는 연산 장치 (11) 는, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된 제 1 계측용 부재의 위치에 기초하여, 계측 장치 (21) 에 의해 계측된 제 2 계측용 부재의 위치를 변환하기 위한 변환 정보를 연산해도 된다. 이 경우, 송신부라고 칭할 수 있는 통신 장치 (13) 는, 연산된 변환 정보를 가공 제어 장치 (30) 에 송신해도 된다.
- [0234] (9-4) 계측 장치 (21) 가, 예를 들어 지그 (90) 에 장착된 리플렉터 (r11) 를 계측한 경우, 계측 장치 (21) 로부터 계측 제어 장치 (10) 에 계측 결과가 출력된다. 동일하게, 계측 장치 (21) 가 로봇 (41) 의 로봇 아암 (410) 에 장착된 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 를 계측한 경우, 계측 장치 (21) 로부터 계측 제어 장치 (10) 에 계측 결과가 출력된다.
- [0235] 이러한 점들에서 다음의 양태가 도출된다. 계측 시스템 (2) 에 관련된 계측 방법은, 계측 장치 (21) 가, 처리 대상을 유지하는 지그 (90) 에 장착된 제 1 부재에 계측광이 조사됨으로써 제 1 부재로부터 생기는 계측광을 수광하여, 제 1 부재의 위치를 나타내는 제 1 부재 위치 정보를 출력하는 것과, 계측 장치 (21) 가, 처리 대상을 처리 가능한 로봇 (41) 의 로봇 아암 (410) 에 장착된 제 2 부재에 계측광이 조사됨으로써 계측 부재로부터 생기는 계측광을 수광하여, 계측 부재의 위치를 나타내는 제 2 부재 위치 정보를 출력하는 것을 포함해도 된다. 또한, 리플렉터 (r11) 를 제 1 부재라고 바꿔 말하고, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 를 제 2 부재라고 바꿔 말했다. 제 1 부재 위치 정보 (즉, 리플렉터 (r11) 의 위치) 와, 제 2 부재 위치 정보 (즉, 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 각각의 위치) 는, 상기 서술한 바와 같이, 로봇 (41) 의 로봇 아암 (410) 의 이동을 제어하기 위해 사용되어도 된다.
- [0236] 또한, 「(3-1) 스테레오 카메라를 사용하는 방법」에 있어서 설명한 바와 같이, 스테레오 카메라 (22) 에 의한 계측 결과에 기초하여 계측 장치 (21) 의 계측이 제어되어도 된다. 여기서, 계측 장치 (21) 의 계측의 제어에는, 계측광의 방향 (예를 들어 조사 방향) 의 제어가 포함되어 있어도 된다. 이러한 점들에서 다음의 양태가 도출된다. 계측 장치 (21) 및 스테레오 카메라 (22) 를 구비하는 계측 시스템 (2) 에 관련된 계측 방법은, 촬상 장치라고 칭할 수 있는 스테레오 카메라 (22) 가, 제 1 부재 및 제 2 부재를 촬상하는 것과, 스테레오

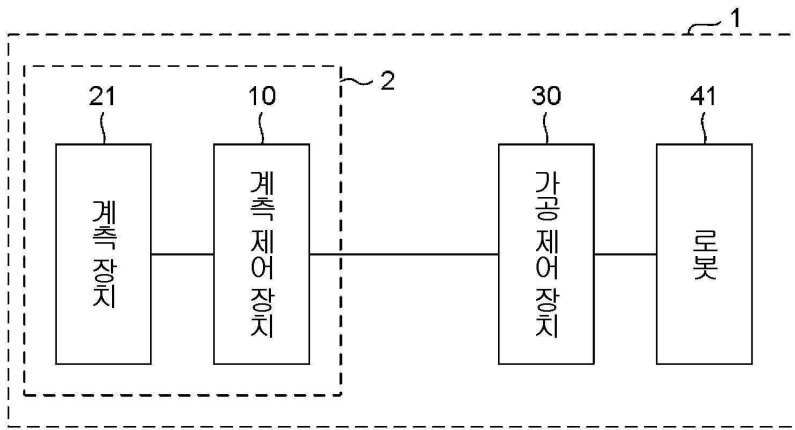
오 카메라 (22) 로부터의 출력에 기초하여, 계측 장치 (21) 로부터 제 1 부재에 조사되는 계측광의 조사 방향이 제어되는 것과, 스테레오 카메라 (22) 로부터의 출력에 기초하여, 계측 장치 (21) 로부터 제 2 부재에 조사되는 계측광의 조사 방향이 제어되는 것을 포함해도 된다.

- [0237] (9-5) TCP 와, 예를 들면 리플렉터 (r21, r22 및 r23) 등의 리플렉터와의 위치 관계는 연산에 의해 구해지지 않아도 된다. 이 경우, TCP 와 리플렉터의 위치 관계는, 예를 들면 시스템 (1) 의 사용자에게 의해 입력되어도 된다. 즉, TCP 와 리플렉터의 위치 관계를, 계측 시스템 (2), 및/또는, 가공 시스템이라고 칭해져도 되는 시스템 (1) 에 기억시켜도 된다.
- [0238] <부기 >
- [0239] 이상에 설명한 실시형태에 관하여, 또한 이하의 부기를 개시한다.
- [0240] (부기 1)
- [0241] 가공 대상 및 상기 가공 대상을 유지하는 지그 중 적어도 일방에 장착된 제 1 부재, 그리고, 상기 가공 대상을 가공 가능한 가공 장치의 가동 부위에 장착된 제 2 부재에 계측광을 조사 가능한 계측 장치로서, 상기 계측 장치에 관한 좌표계인 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 각각의 위치를 계측 가능한 계측 장치와, 상기 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치를 구비한 계측 시스템에 있어서의 계측 방법으로서,
- [0242] 상기 계측 제어 장치가, 상기 계측 장치가 상기 제 1 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치를 나타내는 제 1 위치 정보와, 상기 가공 장치에 관한 좌표계인 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치를 나타내는 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하는 것과,
- [0243] 상기 계측 제어 장치가, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 3 위치 정보를, 상기 가공 장치를 제어하는 가공 제어 장치에 송신하는 것을 포함하는 계측 방법.
- [0244] (부기 2)
- [0245] 가공 대상을 가공 가능한 가공 장치와, 상기 가공 대상 및 상기 가공 대상을 유지하는 지그 중 적어도 일방에 장착된 제 1 부재, 그리고, 상기 가공 장치의 가동 부위에 장착된 제 2 부재에 계측광을 조사 가능한 계측 장치로서, 상기 계측 장치에 관한 좌표계인 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 각각의 위치를 계측 가능한 계측 장치와, 상기 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치와, 상기 가공 장치의 이동을 가공 좌표계 하에서 제어하는 가공 제어 장치를 구비한 가공 시스템에 있어서의 가공 방법으로서,
- [0246] 상기 계측 제어 장치가, 상기 계측 장치가 상기 제 1 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치를 나타내는 제 1 위치 정보와, 상기 가공 장치에 관한 좌표계인 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치를 나타내는 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 계측 장치가 상기 제 2 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를, 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치로 변환하는 것과,
- [0247] 상기 계측 제어 장치가, 상기 변환된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치를 나타내는 제 3 위치 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 것과,
- [0248] 상기 가공 제어 장치가, 상기 제 3 위치 정보에 의해 나타내는 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 2 부재의 위치에 기초하여 상기 가공 좌표계 하에서 상기 가공 장치를 제어하는 것을 포함하는 가공 방법.
- [0249] (부기 3)
- [0250] 가공 대상 및 상기 가공 대상을 유지하는 지그 중 적어도 일방에 장착된 제 1 부재, 그리고, 상기 가공 대상을 가공 가능한 가공 장치의 가동 부위에 장착된 제 2 부재에 계측광을 조사 가능한 계측 장치로서, 상기 계측 장치에 관한 좌표계인 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 각각의 위치를 계측 가능한 계측 장치와, 상기 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치를 구비한 계측 시스템에 있어서의 계측 방법으로서,
- [0251] 상기 계측 제어 장치가, 상기 계측 장치가 상기 제 1 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한, 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치와, 상기 계측 제어 장치의 입력 장치를 통해 입력된 상기 가공 장치에 관한 좌표계인 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치에 기초하여, 상기 계측 좌표계에 있어서의 위

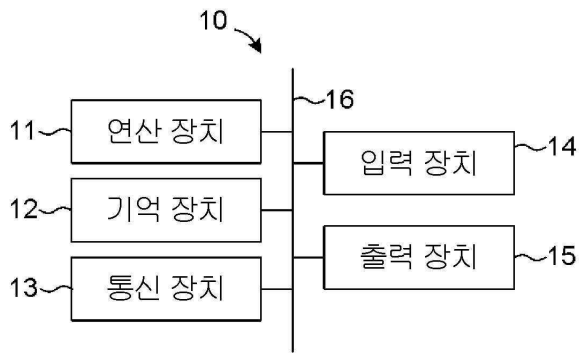
치와 상기 가공 좌표계에 있어서의 위치를 변환하기 위한 제 1 변환 정보를 연산하는 것과,

- [0252] 상기 계측 제어 장치가, 상기 제 1 변환 정보를, 상기 가공 장치의 이동을 상기 가공 장치에 관한 좌표계인 가공 좌표계 하에서 제어하는 가공 제어 장치에 송신하는 것과,
- [0253] 상기 계측 제어 장치가, 상기 가공 제어 장치에 있어서, 상기 제 1 변환 정보에 기초하여 변환된, 상기 제 2 부재를 계측하기 위한 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치를 나타내는 제 7 위치 정보에 기초하여, 상기 계측 장치에 의한 상기 제 2 부재의 계측을 제어하는 것을 포함하는 계측 방법.
- [0254] (부기 4)
- [0255] 가공 대상을 가공 가능한 가공 장치와, 상기 가공 대상 및 상기 가공 대상을 유지하는 지그 중 적어도 일방에 장착된 제 1 부재, 그리고, 상기 가공 장치의 가동 부위에 장착된 제 2 부재에 계측광을 조사 가능한 계측 장치로서, 상기 계측 장치에 관한 좌표계인 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재 및 상기 제 2 부재 각각의 위치를 계측 가능한 계측 장치와, 상기 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치와, 상기 가공 장치의 이동을 상기 가공 장치에 관한 좌표계인 가공 좌표계 하에서 제어하는 가공 제어 장치를 구비한 가공 시스템에 있어서의 가공 방법으로서,
- [0256] 상기 계측 제어 장치가, 상기 계측 장치가 상기 제 1 부재에 조사된 상기 계측광에 기초하여 계측한 상기 계측 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치와, 상기 계측 제어 장치의 입력 장치를 통해 입력된 상기 가공 좌표계에 있어서의 상기 제 1 부재의 위치에 기초하여, 상기 계측 좌표계에 있어서의 위치와 상기 가공 좌표계에 있어서의 위치를 변환하기 위한 제 1 변환 정보를 연산하는 것과,
- [0257] 상기 계측 제어 장치가, 상기 제 1 변환 정보를 상기 가공 제어 장치에 송신하는 것과,
- [0258] 상기 가공 제어 장치가, 상기 제 1 변환 정보에 기초하여, 상기 제 2 부재를 계측하기 위한 상기 가공 좌표계에 있어서의 계측 위치를, 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치로 변환하는 것과,
- [0259] 상기 가공 제어 장치가, 상기 변환된 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치를 나타내는 제 7 위치 정보를 상기 계측 제어 장치에 송신하는 것과,
- [0260] 상기 계측 제어 장치가, 상기 제 7 위치 정보에 의해 나타내는 상기 계측 좌표계에 있어서의 계측 위치에 기초하여, 상기 계측 장치에 의한 상기 제 2 부재의 계측을 제어하는 것을 포함하는 가공 방법.
- [0261] (부기 5)
- [0262] 제 1 계측용 부재 및 가공 장치에 장착된 제 2 계측용 부재를 계측 가능한 계측 장치와, 상기 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치를 구비한 계측 시스템에 있어서의 계측 방법으로서,
- [0263] 상기 계측 제어 장치가, 상기 계측 장치에 의해 계측된 상기 제 1 계측용 부재의 위치에 기초하여, 상기 계측 장치에 의해 계측된 상기 제 2 계측용 부재의 위치를 변환하는 것과,
- [0264] 상기 계측 제어 장치가, 상기 변환된 상기 제 2 계측용 부재의 위치를 나타내는 위치 정보를, 상기 가공 장치를 제어하는 가공 제어 장치에 송신하는 것을 포함하는 계측 방법.
- [0265] (부기 6)
- [0266] 제 1 계측용 부재 및 가공 장치에 장착된 제 2 계측용 부재를 계측 가능한 계측 장치와, 상기 계측 장치를 제어하는 계측 제어 장치를 구비한 계측 시스템에 있어서의 계측 방법으로서,
- [0267] 상기 계측 제어 장치가, 상기 계측 장치에 의해 계측된 상기 제 1 계측용 부재의 위치에 기초하여, 상기 계측 장치에 의해 계측된 상기 제 2 계측용 부재의 위치를 변환하기 위한 변환 정보를 연산하는 것과,
- [0268] 상기 계측 제어 장치가, 상기 변환 정보를, 상기 가공 장치를 제어하는 가공 제어 장치에 송신하는 것을 포함하는 계측 방법.
- [0269] (부기 7)
- [0270] 계측 장치가, 처리 대상을 유지하는 지그에 장착된 제 1 부재에 계측광이 조사됨으로써 상기 제 1 부재로부터 생기는 계측광을 수광하여, 상기 제 1 부재의 위치를 나타내는 제 1 부재 위치 정보를 출력하는 것과,
- [0271] 상기 계측 장치가, 상기 처리 대상을 처리 가능한 처리 장치의 가동 부위에 장착된 제 2 부재에 계측광이 조사

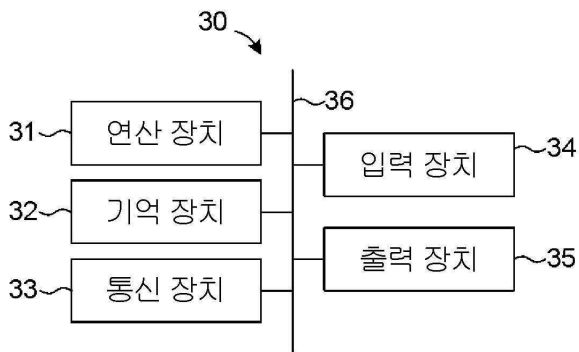
도면2



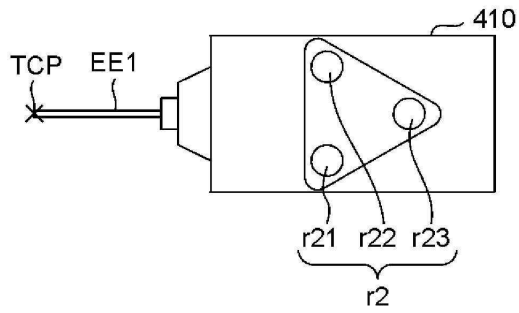
도면3



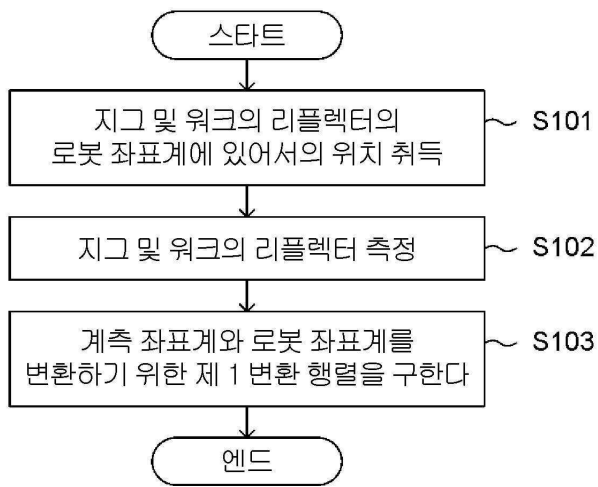
도면4



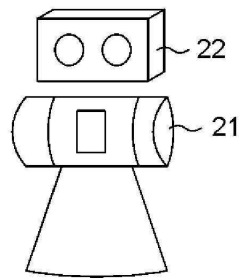
도면5



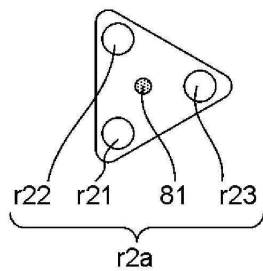
도면6



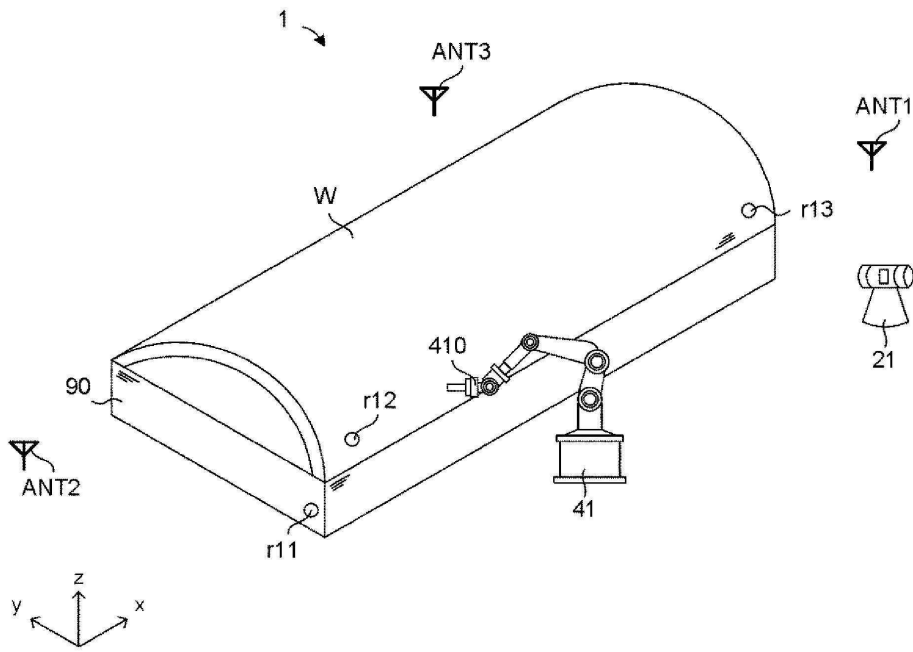
도면7



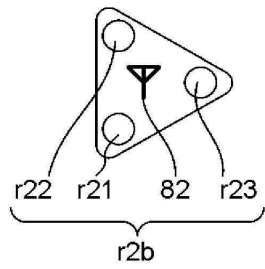
도면8



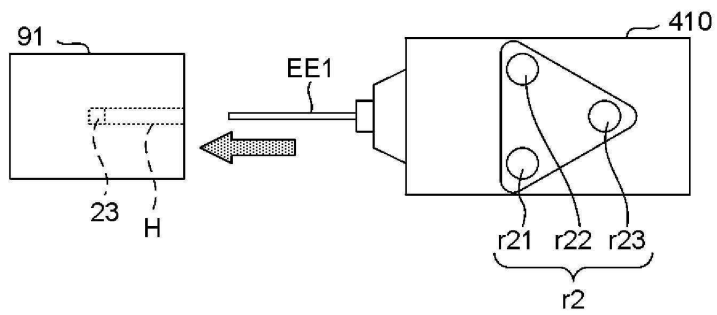
도면9



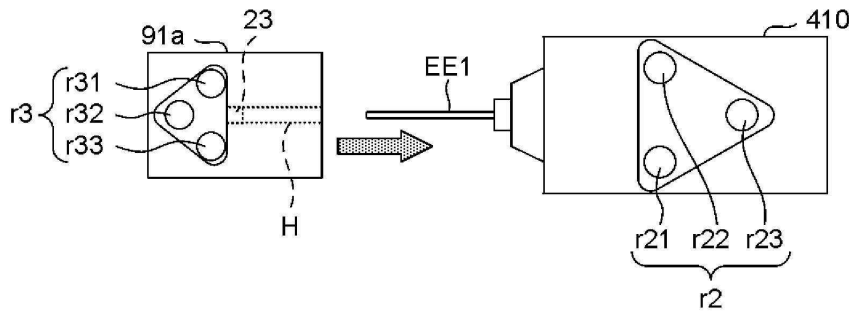
도면10



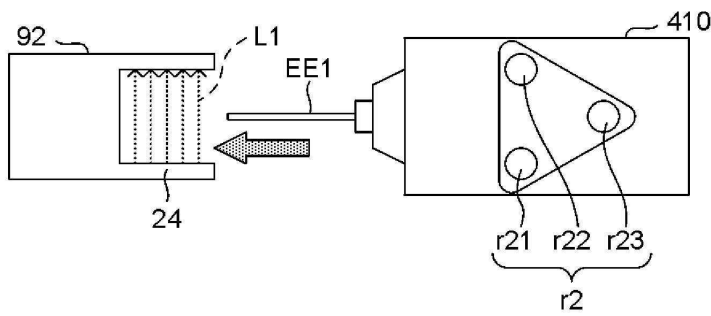
도면11



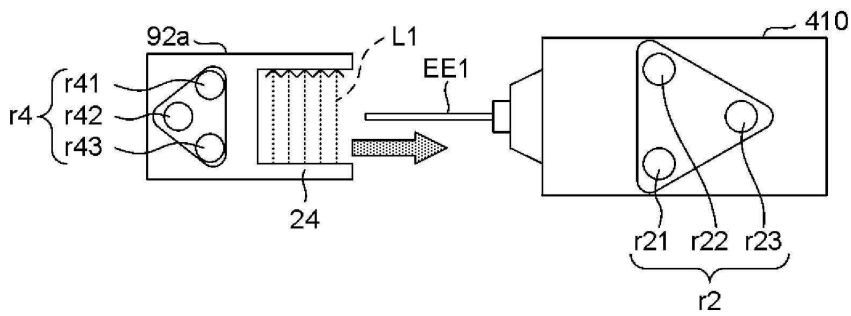
도면12



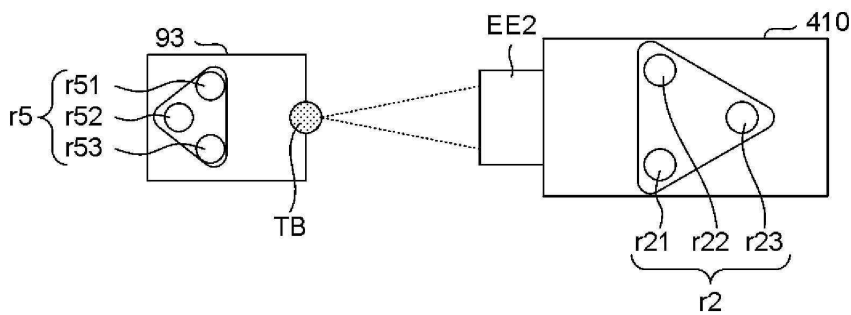
도면13



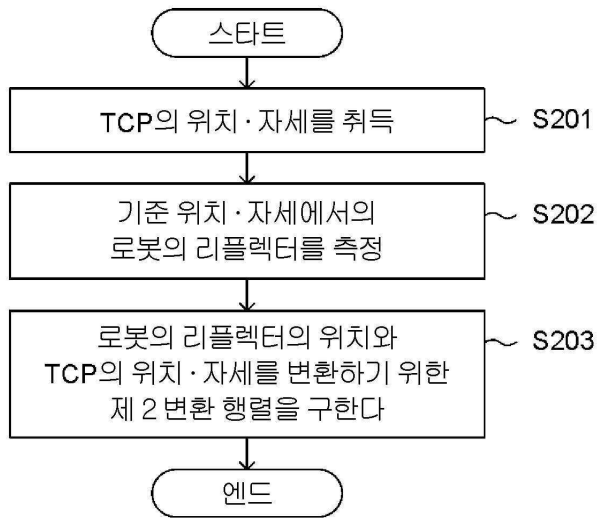
도면14



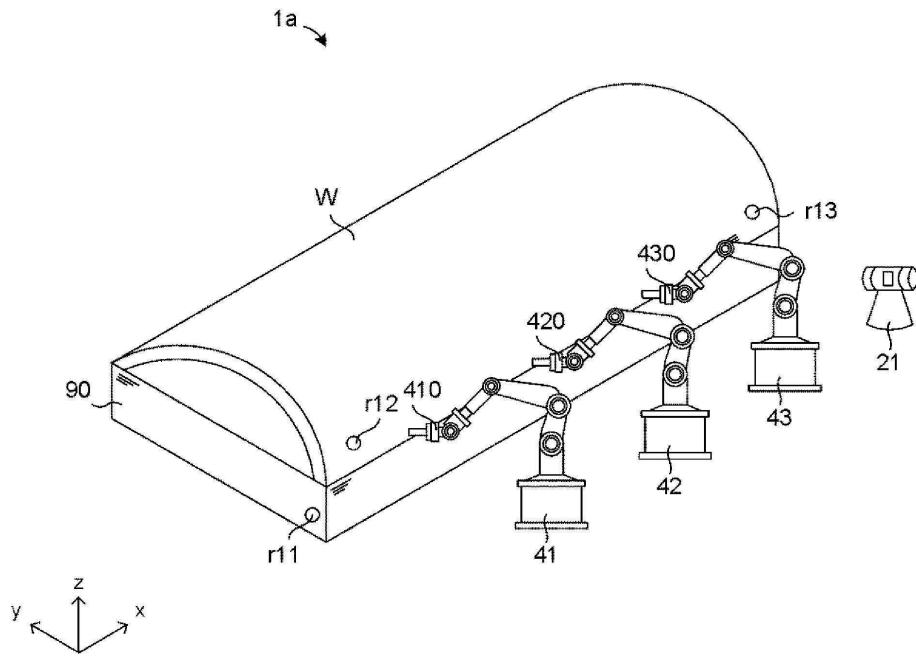
도면15



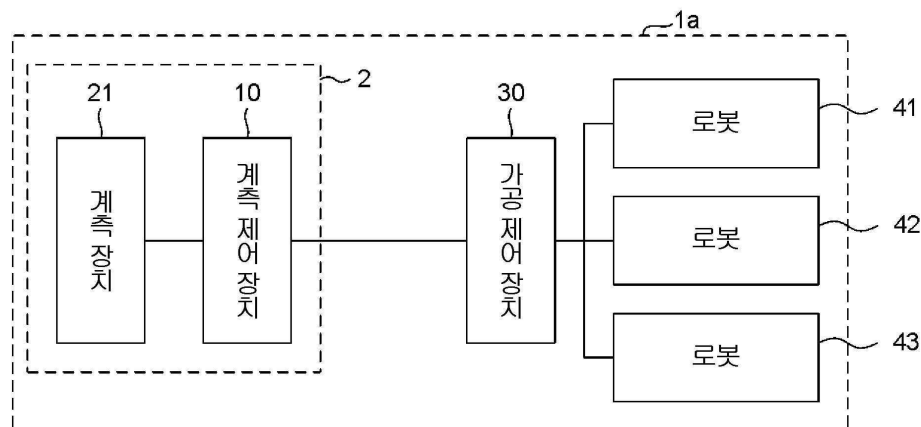
도면16



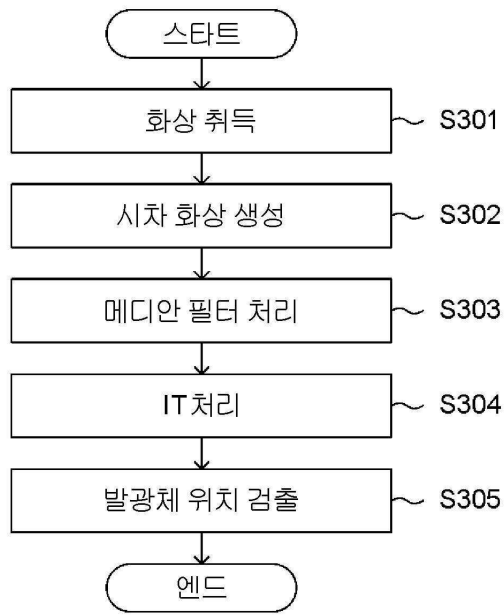
도면17



도면18



도면19



도면20

(a)

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	255	0	0	0
0	0	0	0	0

(n)프레임

(b)

0	0	0	0	0
0	0	0	121	0
0	0	0	0	0
0	499	0	0	5
0	0	0	0	0

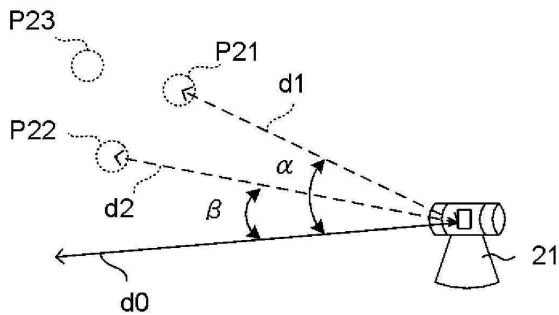
(c)

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	499	0	0	0
0	0	0	0	0

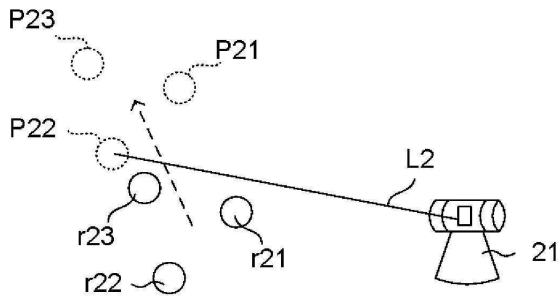
0	0	0	0	0
0	0	0	121	0
0	0	0	0	0
0	249	0	0	5
0	0	0	0	0

(n+1)프레임

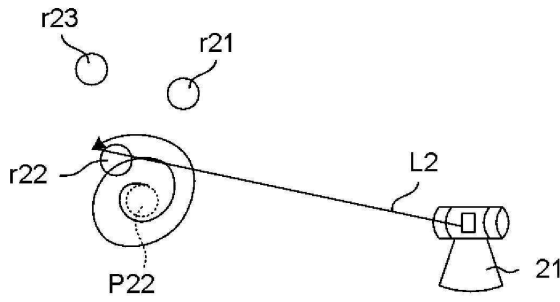
도면21



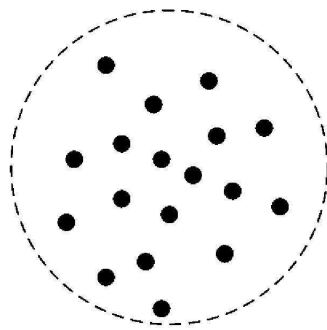
도면22



도면23



도면24



도면25

