



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월24일
(11) 등록번호 10-2219543
(24) 등록일자 2021년02월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 9/06 (2006.01) B25J 19/00 (2006.01)
B25J 9/10 (2006.01) B25J 9/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B25J 9/06 (2013.01)
B25J 19/0075 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7028994
(22) 출원일자(국제) 2018년04월23일
심사청구일자 2019년10월02일
(85) 번역문제출일자 2019년10월02일
(65) 공개번호 10-2019-0122802
(43) 공개일자 2019년10월30일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2018/016484
(87) 국제공개번호 WO 2018/199035
국제공개일자 2018년11월01일
(30) 우선권주장
JP-P-2017-087201 2017년04월26일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP59187489 A*
KR1020130066689 A*
WO2015139841 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
니혼 덴산 가부시카가이샤
일본국 교토후 교토시 미나미쿠 쿠제 토노시로초 338
(72) 발명자
츠네타 하루히로
일본국 교토후 교토시 미나미쿠 쿠제 토노시로초 338 니혼 덴산 가부시카가이샤 나이
야스카와 카즈요시
일본국 교토후 교토시 미나미쿠 쿠제 토노시로초 338 니혼 덴산 가부시카가이샤 나이
(74) 대리인
하영욱

전체 청구항 수 : 총 15 항

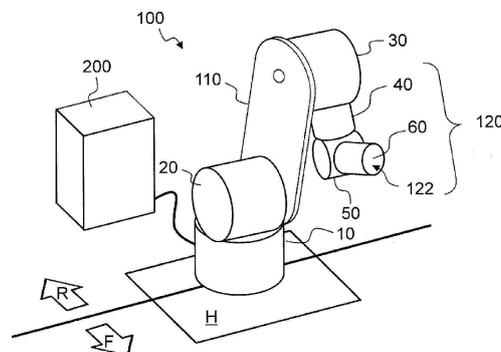
심사관 : 이성수

(54) 발명의 명칭 다관절 로봇 및 다관절 로봇 시스템

(57) 요약

본 개시의 다관절 로봇은 예시적인 실시형태에 있어서, 수직축인 제 1축(Z1)의 주위에 회전하는 제 1관절(J1)을 갖고, 제 1축의 주위에 선회하는 요부(10)와, 요부에 접속되어 수평면에 평행한 제 2축(Z2)의 주위에 회전하는 제 2관절(20)과, 제 2관절에 접속되어 제 2축의 주위에 회전하는 제 1암(110)과, 제 1암에 접속되어, 제 2축에 평행한 제 3축(Z3)의 주위에 회전하는 제 3관절(30)과, 제 3관절에 접속되어, 제 3축의 주위에 회전하는 제 2암(120)을 갖는다. 제 1암이 제 1축에 평행하게 연장되고 있을 때, 제 2축과 상기 제 3축에 의해 끼워진 평면 영역을 제 3축의 주위에 회전하는 제 2암이 가로지를 수 있는 클리어런스(C)가 제 2암과 제 1암 사이 및 제 2암과 요부의 사이에 형성되어 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B25J 9/106 (2013.01)

B25J 9/126 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

수직축인 제 1축의 주위에 회전하는 제 1관절을 갖고, 상기 제 1축의 주위에 선회하는 요부와,
 상기 요부에 접속되어 수평면에 평행한 제 2축의 주위에 회전하는 제 2관절과,
 상기 제 2관절에 접속되어 상기 제 2축의 주위에 회전하는 제 1암과,
 상기 제 1암에 접속되어 상기 제 2축에 평행한 제 3축의 주위에 회전하는 제 3관절과,
 상기 제 3관절에 접속되어 상기 제 3축의 주위에 회전하는 제 2암을 갖고,
 상기 제 1암이 상기 제 1축으로 평행하게 연장되어 있을 때, 상기 제 2축과 상기 제 3축에 의해 끼워진 평면 영역을 상기 제 3축의 주위에 회전하는 상기 제 2암이 가로지를 수 있는 클리어런스가 상기 제 2암과 상기 제 1암 사이 및 상기 제 2암과 상기 요부의 사이에 형성되어 있는 다관절 로봇과,
 상기 다관절 로봇을 제어하는 컨트롤러를 구비하고,
 각 관절은 상기 컨트롤러에 전기적으로 접속된 모터를 갖고 있고,
 상기 컨트롤러는,
 각 모터를 회전시킴으로써 상기 제 2암에 상기 평면 영역을 가로지르는 운동을 생기게 하고,
 상기 컨트롤러는,
 상기 제 2암의 선단을 제 1위치로부터 제 2위치로 이동시킬 경우,
 상기 제 2암이 상기 평면 영역을 가로지를 때에 특이 자세를 취하는 제 1경로 및 상기 제 2암이 상기 평면 영역을 가로지르지 않고 상기 특이 자세를 회피하는 제 2경로 중 한쪽을 선택하는 다관절 로봇 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 제 2암은 상기 제 3축에 직교하는 제 4축의 주위에 회전하는 제 4관절과,
 상기 제 4축에 직교하는 제 5축의 주위에 회전하는 제 5관절을 갖고 있는 다관절 로봇 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 제 2암은 상기 제 5축에 직교하는 제 6축의 주위에 회전하는 제 6관절을 더 갖고 있는 다관절 로봇 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
 상기 제 4 및 제 6관절은 각각 롤 관절이며,
 상기 제 5관절은 피치 관절인 다관절 로봇 시스템.

청구항 5

제 2 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 클리어런스는 적어도 상기 제 4 및 제 5관절의 관절변수가 한정된 범위 내의 크기를 가질 때 얻어지는 다관절 로봇 시스템.

청구항 6

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2암의 중심축은 상기 수직축에 평행할 때, 상기 수직축으로부터 수평 방향으로 오프셋하고 있는 다관절 로봇 시스템.

청구항 7

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 요부는 상기 제 2축의 하방에 위치하고 있는 다관절 로봇 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 컨트롤러는,

상기 제 1경로 및 상기 제 2경로의 각각에 대해 상기 제 1위치로부터 상기 제 2위치에 상기 제 2암의 선단을 이동시키는 소요시간을 계산하고, 상기 소요시간이 짧은 쪽의 경로를 선택하는 다관절 로봇 시스템.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 컨트롤러는,

유저의 지시에 따라서 상기 제 1경로 및 상기 제 2경로의 한쪽을 선택하는 다관절 로봇 시스템.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 제 2암이 상기 평면 영역을 가로질러서 상기 제 2암의 선단을 제 1위치로부터 제 2위치로 이동할 경우,

상기 제 2암이 상기 평면 영역을 가로지를 때의 특이 자세에 있어서의 제 2암 기준점을 상기 수평면에 수직으로 투영한 투영점이 상기 요부의 선회에 의해 그리는 원을 특이점 궤적원으로 하고,

상기 컨트롤러는,

상기 제 1위치로부터 상기 제 2위치까지의 선분을 상기 수평면에 수직으로 투영한 투영 선분에 평행한 상기 특이점 궤적원의 접선을 선택하고, 상기 접선과 상기 특이점 궤적원의 교점을 상기 제 2암 기준점의 상기 투영점이 통과하는 경로를 상기 제 2암 기준점의 수평면 투영 경로로서 선택하는 다관절 로봇 시스템.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 컨트롤러는,

상기 수평면 내에 있어서 상기 특이점 궤적원의 외측으로 넓어지는 인 포지션 영역을 선택하고,

상기 제 2암 기준점의 상기 수평면 투영 경로를 상기 인 포지션 영역 외의 역 운동학 연산 부분과 상기 인 포지션 영역 내의 순 운동학 연산 부분으로 구분하고,

상기 제 2암 기준점의 상기 투영점이 상기 역 운동학 연산 부분을 이동할 때는, 상기 수평면 투영 경로 상의 좌표로부터 역 운동학 연산에 의해 상기 제 1관절 및 상기 제 2관절의 관절변수의 값을 산출하고, 상기 관절변수의 산출된 상기 값에 의거하여 상기 제 1관절 및 상기 제 2관절의 각각의 모터를 회전시키고,

상기 제 2암 기준점의 상기 투영점이 상기 순 운동학 연산 부분을 이동할 때는, 적어도 상기 제 2관절의 관절변수의 값을 순차적으로 변화시키고, 변화된 상기 값에 의거하여 상기 제 2관절의 모터를 회전시키는 다관절 로봇 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서

상기 컨트롤러는,

상기 제 2암 기준점의 상기 투영점이 상기 순 운동학 연산 부분을 이동할 때는, 또한 상기 제 1관절의 관절변수의 값을 순차적으로 변화시키고, 변화된 상기 값에 의거하여 상기 제 1관절의 모터를 회전시키는 다관절 로봇 시스템.

청구항 13

제 1 항 또는 제 8 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 컨트롤러는 상기 제 2암이 상기 평면 영역을 가로지를 때 엔드 이펙터 및 반송물이 상기 요부와 간섭하지 않도록 상기 엔드 이펙터 및 상기 반송물의 형상에 따라 상기 제 2암의 자세를 변화시키는 다관절 로봇 시스템.

청구항 14

제 1 항 또는 제 8 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 컨트롤러는 상기 제 2암이 상기 평면 영역을 가로지를 때, 상기 제 1축의 주위에 상기 요부를 선회시키는 다관절 로봇 시스템.

청구항 15

제 1 항 또는 제 8 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 3관절의 궤적의 적어도 일부에 정합하는 만곡면을 갖는 커버를 더 구비한 다관절 로봇 시스템.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 원은 다관절 로봇 및 다관절 로봇 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일본 특허공개 2017-13215호 공보는, 워크 반송에 사용되는 다관절 로봇을 개시하고 있다. 이 다관절 로봇은 바닥에 선회 가능하게 고정되어 있고, 워크를 작업대 사이에서 이동시킬 때에 크게 선회한다.

[0003] 국제공개 제2010/013549호는, 기관을 반송하는 다관절 로봇을 개시하고 있다. 이 다관절 로봇은 수평축의 주위에 회전하는 암을 이용하여 판상 워크를 반송한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허공개 2017-13215호 공보

(특허문헌 0002) 국제공개 제2010/013549호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 일본 특허공개 2017-13215호 공보에 개시되어 있는 다관절 로봇은, 선회 동작을 위한 넓은 공간을 필요로 한다. 이 때문에, 작업대를 빈틈없이 배치할 수 없다.
- [0006] 국제공개 제2010/013549호에 개시되어 있는 다관절 로봇은, 수직축의 주위에 선회하지 않고, 판상 위크를 수평축의 주위에 크게 회전시킨다. 이 다관절 로봇은 수직축의 주위의 선회를 할 수 없기 때문에, 한정된 동작 밖에 실현할 수 없다.
- [0007] 본 개시는 비교적 좁은 작업공간에서 다양한 동작을 빠르게 실행할 수 있는 다관절 로봇 및 다관절 로봇 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 개시의 다관절 로봇은 예시적인 실시형태에 있어서 수직축인 제 1축의 주위에 회전하는 제 1관절을 갖고, 상기 제 1축의 주위에 선회하는 요부와, 상기 요부에 접속되어 수평면에 평행한 제 2축의 주위에 회전하는 제 2관절과, 상기 제 2관절에 접속되어 상기 제 2축의 주위에 회전하는 제 1암과, 상기 제 1암에 접속되어 상기 제 2축에 평행한 제 3축의 주위에 회전하는 제 3관절과, 상기 제 3관절에 접속되어, 상기 제 3축의 주위에 회전하는 제 2암을 갖고, 상기 제 1암이 상기 제 1축에 평행하게 연장되어 있을 때, 상기 제 2축과 상기 제 3축에 의해 끼워진 평면 영역을, 상기 제 3축의 주위에 회전하는 상기 제 2암이 가로지를 수 있는 클리어런스가 상기 제 2암과 상기 제 1암의 사이 및 상기 제 2암과 상기 요부 사이에 설치되어져 있다.

발명의 효과

- [0009] 본 개시의 다관절 로봇의 실시형태에 의하면, 비교적으로 좁은 작업공간에서 다양한 동작을 빠르게 실행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 본 개시의 다관절 로봇 시스템의 모식적인 구성 예를 나타내는 사시도이다.
- 도 2는 본 개시의 다관절 로봇(100)에 있어서의 관절의 축을 나타내는 사시도이다.
- 도 3은 본 실시형태 다관절 로봇(100)에 있어서의 각 관절의 관계를 나타내고 있다.
- 도 4는 볼 관절의 도면 기호를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 피치 관절의 도면 기호를 나타내는 도면이다.
- 도 6은 수직축을 포함하는 평면 중, 관절(J2,J3)의 회전축(제 2축(Z2), 제 3축(Z3))에 수직인 평면이 지면에 일치하는 도면이다.
- 도 7은 수직축, 및 관절(J2,J3)의 회전축(제 2축(Z2), 제 3축(Z3))을 포함하는 평면이 지면에 일치하는 도면이다.
- 도 8은 도 7에 나타내어지는 상태의 다관절 로봇(100)의 구성 예를 모식적으로 나타내는 정면도이다.
- 도 9는 다관절 로봇(100)의 다른 구성 예를 모식적으로 나타낸 도면이다.
- 도 10은 다관절 로봇(100)의 또 다른 구성 예를 모식적으로 나타낸 도면이다.
- 도 11은 도 10에 나타내어지는 상태의 다관절 로봇(100)의 구성 예를 모식적으로 나타내는 정면도이다.
- 도 12a는 본 개시의 실시형태에 있어서의 다관절 로봇에 대해서 제 2축(Z2)과 제 3축(Z3)에 의해 끼워진 평면 영역을 제 3축(Z3)의 주위에 회전하는 제 2암이 가로지르는 직전의 제 2암의 자세를 나타내는 사시도이다.
- 도 12b는 본 개시의 실시형태에 있어서의 다관절 로봇이 다른 4개의 타이밍에서 취할 수 있는 4개의 자세를 동시에 기재한 사시도이다.
- 도 13은 제 2암 (120)의 운동에 따라 제 2암 기준점의 투영점(Pr)이 그리는 궤적의 예를 나타내는 도면이다.
- 도 14는 종래의 다관절 로봇의 구성 예를 나타내는 사시도이다.

도 15는 초기 위치의 투영점(P11) 및 종료 위치의 투영점(P22)을 연결하는 투영 선분(L12)과, 투영 선분(L12)에 의해 정해지는 2개 궤의 투영 선분(Lsa12)을 나타내는 평면도이다.

도 16은 본 개시의 실시형태에 있어서의 다관절 로봇에 의한 제 2암 기준점의 수평면 투영 경로(실선)의 예를 나타내는 평면도이다.

도 17은 도 16에 나타내는 수평면 투영 경로를 실선에 의해 3차원적으로 나타내는 도면이다.

도 18은 본 개시의 실시형태에 있어서의 다관절 로봇에 의한 제 2암 기준점의 수평면 투영 경로(실선)의 다른 예를 나타내는 평면도이다.

도 19는 투영점(P11)로부터 투영점(P22)까지의 2개의 수평면 투영 경로(TR1 및 TR2)를 나타내는 평면도이다.

도 20a는 엔드 이펙터가 부착된 다관절 로봇을 나타내는 정면도이다.

도 20b는 엔드 이펙터와 바닥 면의 사이에 클리어런스가 확보된 다관절 로봇의 자세를 나타내는 정면도이다.

도 20c는 제 6축을 중심으로 회전하는 엔드 이펙터의 예를 나타내는 도면이다.

도 20d는 도 20c에 나타내는 엔드 이펙터가 회전하는 범위를 나타내는 도면이다.

도 21은 본 개시에 의한 다관절 로봇 시스템을 수용하는 케이스의 일례를 나타내는 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] <용어>
- [0012] 「수직축」 및 「수평면」의 용어는 다관절 로봇이 부착되는 기대(베이스)의 상면(설치면)을 기준으로 해서 정해지는 방향을 나타내고 있다. 구체적으로는 설치면에 수직인 방향을 「수직축」이라고 부르고, 이 「수직축」에 직교하는 평면을 「수평면」이라고 부른다. 이것들의 용어는 발명의 구성요소의 배치 관계를 알기 쉽게 하는 목적에서 사용되고 있고, 다관절 로봇의 사용시에 있어서의 방향을 제한하는 의도는 없다. 본 개시의 실시형태에 있어서, 수직축은 연직 방향에 일치하고 있지만, 「수직축」의 용어의 의미는 이 예에 한정되지 않는다. 「수직축」은 연직 방향으로부터 경사해 있어도 된다.
- [0013] 「제 1암」은 「상완」에 해당하는 용어로서 사용되지만, 「제 2암」은 「전완 및 손목의 양쪽」을 포함할 수 있는 용어로서 사용된다. 제 2암은, 복수의 관절을 포함할 수 있지만, 엔드 이펙터를 포함하지 않는다.
- [0014] 「엔드 이펙터」는 다관절 로봇이 작업을 행할 수 있게 제 2암에 부착해서 사용되는 기기이다. 엔드 이펙터의 전형 예는, 파지부, 너트 드라이버, 용접 건, 및 스프레이건(spray gun)을 포함한다. 엔드 이펙터는 다관절 로봇의 용도에 따라 유저가 적당하게 바꾸어서 사용할 수 있다.
- [0015] 「제 2암의 선단」은 제 2암이 갖는 엔드 이펙터의 부착면이다. 부착면은 메커니컬 인터페이스라고도 불린다. 「제 2암의 선단」은 툴 센터 포인트라고 불려도 좋다.
- [0016] 「제 2암의 중심축」이라는 것은, 제 2암이 연장되는 방향의 주위에 회전하는 관절의 회전축이다. 이런 관절의 개수가 복수일 때, 제 2암의 근원(제 3관절)에 가장 가까운 관절(제 4관절)의 회전축을 「제 2암의 중심축」이라고 한다. 후술하는 실시형태에 있어서, 제 2암이 연장되는 방향의 주위에 회전하는 관절은 제 4관절 및 제 6관절이다. 실시형태에 있어서 제 2암이 똑바르게 연장되어 있을 때 제 4관절의 회전축과 제 6관절의 회전축은 동축(제 2암의 중심축) 상에 있다. 또 제 4관절은 그 위치에 따라서는 제 2암의 관절이라고 불릴 수도 있지만 본 개시에 있어서는 제 4에서부터 제 6관절을 총칭해서 「손목관절」이라고 부를 수도 있다.
- [0017] 「제 2암 기준점」이라는 것은 제 2암이 똑바르게 연장되어 있을 때 제 2암의 선단또는, 소위 「손목 기준점(손목 중심점)」이다. 손목 기준점(손목 중심점)이란 2개 또는 3개의 손목관절에 있어서 2개 또는 3개의 회전축의 교점이다. 후술하는 실시형태에 있어서 제 4에서 제 6관절의 회전축은 일점에서 교차하고 있다. 이 교차점이 손목 기준점이다.
- [0018] <다관절 로봇의 기본구성>
- [0019] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 개시의 다관절 로봇의 기본구성 예를 설명한다. 첨부된 도면에서는 다관절 로봇의 구성 및 동작의 이해하는데 있어서 쉬운 것을 우선시하고 각 구성요소의 형상을 간단화해서 기재하고 있다. 도면에 나타나있는 각 구성요소의 형상은 실시형태에 있어서의 각 구성요소의 구체적 형상을 아무런 제한을

하지 않는다.

- [0020] 우선, 도 1 및 도 2를 참조한다. 이들 도면에 나타나 있는 바와 같이, 본 개시의 다관절 로봇 시스템은 비 한정적이며 예시적인 실시형태에 있어서 다관절 로봇(100)과 다관절 로봇(100)을 제어하는 컨트롤러(200)를 갖고 있다. 다관절 로봇은 일반적으로 로봇 암 또는 매니퓰레이트(manipulate)라고도 불린다.
- [0021] 컨트롤러(200)는 소위 컴퓨터이며 예를 들면 도면에 나타나지 않는 CPU, 메모리, 2차 기억장치 및 다관절 로봇(100)과의 사이에서 데이터를 수수하기 위한 통신 단자를 구비한다. 메모리에는 컴퓨터 프로그램이 격납되어 있다. 컴퓨터 프로그램은 CPU가 실행하는 명령의 집합이다. CPU가 컨트롤러(200)의 상기 컴퓨터 프로그램을 실행함으로써, CPU는 다관절 로봇(100)의 각 관절의 각 모터를 회전시켜 자세를 제어할 수 있다. 이하에 설명하는 다관절 로봇(100)의 동작은, 컨트롤러(200)의 CPU로부터의 지령에 따라서 실현된다.
- [0022] 다관절 로봇(100)은 도 2에 나타나는 제 1축(Z1)의 주위에 선회하는 요부(10)를 갖고 있다. 요부(10)는 수평면(H)에 직교하는 수직축(vertical axis)인 제 1축(Z1)의 주위에 회전하는 제 1관절을 갖고 있다. 제 1관절은 회전 관절(revolute joint)이다. 본 개시에 있어서, 「관절」은 관절의 운동을 야기하는 모터 및 감속기 등의 전기 기계 요소 및 관절의 회전각도(관절변수)를 검출하는 센서를 포함할 수 있다. 이 때문에 「관절」의 용어는 「관절부」 또는 「관절 유닛」의 의미를 가지는 용어로서 사용될 수 있다. 다만, 도면에 나타나 있는 「관절」을 구동하는 모터의 위치는 「관절」을 나타내는 부호가 첨부된 구성요소의 내부에 한정되지 않는다.
- [0023] 다관절 로봇(100)은 요부(10)에 접속되어서 수평면에 평행한 제 2축(Z2)의 주위에 회전하는 제 2관절(20)과, 제 2관절(20)에 접속되어서 제 2축(Z2)의 주위에 회전하는 제 1암(110)과 제 1암(110)에 접속되어서 제 2축(Z2)에 평행한 제 3축(Z3)의 주위에 회전하는 제 3관절(30)과, 제 3관절(30)에 접속되어서 제 3축(Z3)의 주위에 회전하는 제 2암(120)을 갖고 있다.
- [0024] 제 2암(120)은 본 개시의 실시형태에 있어서, 제 3축(Z3)에 직교하는 제 4축(Z4)의 주위에 회전하는 제 4관절(40)과, 제 4축(Z4)에 직교하는 제 5축(Z5)의 주위에 회전하는 제 5관절(50)과, 제 5축(Z5)에 직교하는 제 6축(Z6)의 주위에 회전하는 제 6관절(60)을 더 갖고 있다. 제 2암(120)의 선단(122)에는 엔드 이펙터가 부착된다.
- [0025] 도 1에는 다관절 로봇(100)의 「정면측」을 나타내는 화살표(F) 및 「배면측」을 나타내는 화살표(R)가 기재되어 있다. 도 1에 나타나 있는 예에 있어서 다관절 로봇(100)의 「정면측」 및 「배면측」은 제 1축(Z1)을 포함하는 평면(수직면) 중에서 제 2축(Z2)에 평행한 평면(기준 수직면)으로 구분된다. 기준 수직면은 요부(10)의 선회와 함께 제 1축(Z1)의 주위를 선회한다.
- [0026] 후술하는 바와 같이, 본 개시의 실시형태에 있어서의 다관절 로봇(100)에 의하면, 다관절 로봇(100)의 「정면측」부터 「배면측」 또는 「배면측」부터 「정면측」에 제 2암의 선단을 이동(path-through)시킬 수 있다. 또한 상술한 바와 같이, 도 1 및 도 2 등의 도면에 기재되어 있는 다관절 로봇(100)은, 실시예의 구체적인 구성(예를 들면 도 12a 및 도 12b에 나타나는 구성)을 아주 단순화한 구성을 갖고 있다.
- [0027] 본 실시형태에 있어서의 다관절 로봇(100)과 대비되는 종래의 다관절 로봇의 구성예를 도 14에 나타낸다. 도 14의 다관절 로봇은 요부(1)와, 요부(1)에 접속되어서 수평면에 평행하게 회전하는 제 2관절(2)과, 제 2관절(2)에 접속되어서 제 2관절(2)의 축의 주위에 회전하는 제 1암(7)과, 제 1암(7)에 접속되어서 제 2관절(2)의 축에 평행한 축의 주위에 회전하는 제 3관절(3)과, 제 3관절(3)에 접속되어서 제 3관절(3)의 축에 수직인 축의 주위에 회전하는 제 2암(8)을 갖고 있다. 제 2암(8)은, 제 3관절(3)의 축에 직교하는 축의 주위에 회전하는 제 4관절(4)과, 제 4관절(4)의 축에 직교하는 축의 주위에 회전하는 제 5관절(5)과, 제 5관절(5)의 축에 직교하는 축의 주위에 회전하는 제 6관절(6)을 더 갖고 있다. 제 4관절(4)의 축을 따라 보았을 때의, 제 3관절(3)로부터 제 4관절(4)을 거쳐 제 5관절(5)의 단부에 이르기까지의 길이는 제 3관절(3)로부터 제 2관절(2) 상단까지의 거리보다 길다. 제 2암(8)이 제 3관절(3)보다 아래의 위치에서 「정면측」부터 「배면측」 또는 「배면측」부터 「정면측」으로 이동하려고 하면 제 2관절(2)에 충돌한다.
- [0028] 이러한 종래의 다관절 로봇에 의하면 다관절 로봇의 「정면측」부터 「배면측」, 또는 「배면측」부터 「정면측」에 제 2암(8)의 선단을 이동시키기 위해서는, 제 3관절(3)의 회전축의 주위에 제 2암(8)을 상방으로 크게 회전시켜서 제 1암(7)과 제 2암(8)이 직선형상으로 연장된 상태를 거치는 운동이 필요하게 된다. 이러한 운동을 실행하기 위해서는 다관절 로봇의 상방에 넓은 공간을 확보할 필요가 있다.
- [0029] 도 3은, 본 실시형태의 다관절 로봇(100)에 있어서의 각 관절의 관계를 나타내고 있다. 도 3에 기재되어 있는 도면 기호는, 도 4 및 도 5에 나타내어지는 2종류의 관절을 포함하고 있다. 도 4 및 도 5는, 각각 회전운동의 다른 방향을 모식적으로 나타내고 있다. 도 4의 관절은 회전 관절의 일종이며, 롤 관절 또는 비틀림 관절이라고

불린다. 도 5의 관절은 회전 관절의 일종이며, 피치 관절 또는 피봇 관절이라고 불린다. 6개의 회전 관절이 직렬적으로 연결된 다관절 로봇은 일반적으로 「6축의 수직 다관절 로봇」이라고 칭한다.

[0030] 도 3에는 수평면(H)에 평행한 상면을 갖는 기대에 고정된 관절(J1)로부터 직렬로 연결된 관절(J2, J3, J4, J5, J6)이 기재되어 있다. 이 예에 있어서, 관절(J1, J4, J6)은 롤 관절이며, 관절(J2, J3, J5)은 피치 관절이다. 간단하게 하기 위해, 인접하는 2개의 관절을 연결하는 링크는 모두 직선 모양이지만, 링크에 해당하는 강체부분의 형상은 직선 모양에 한정되지 않는다. 6개의 관절(J1-J6)은 상술의 제 1관절로부터 제 6관절에 해당한다. 기대에 가까운 측으로부터 제 k번째(k=1, 2, . . . , 6)의 관절(Jk)의 회전각도, 즉 관절변수는 θ_k 이다. 6개의 관절변수(θ_k) (k=1, 2, . . . , 6)는 관절공간 내의 좌표를 규정한다. 이에 대하여 작업공간의 좌표는, 제 2암(120)의 선단의 위치 및 자세의 좌표(x, y, z, α , β , γ)^T에 의해 규정된다. 여기에서, 윗첨자인 「T」는 벡터 또는 행렬의 전치를 의미하는 기호이다.

[0031] 도 3의 「기준점」은 제 2암 기준점을 나타내고 있다. 이 기준점은 손목 기준점에 일치하고 있다. 제 2암 기준점을 수평면(H)에 수직으로 투영한 점(Pr)을 「제 2암 기준점의 투영점」 또는 「투영점」이라고 부르기로 한다. 도 3에 나타나는 상태에서, 관절(J5)의 관절변수(θ_5)의 크기가 변화되어도, 제 2암 기준점의 위치는 변화되지 않고, 따라서 수평면(H) 내에 있어서의 투영점(Pr)의 위치도 변하지 않는다. 관절(J4, J6)의 관절변수(θ_4 , θ_6)의 크기가 변해도 같다. 그러나, 예를 들면 관절(J1)의 관절변수(θ_1)의 크기가 변하면, 제 2암 기준점의 위치 및 수평면(H) 내에 있어서의 투영점(Pr)의 위치는 제 1축(Z1)(수직축)의 주위에 회전한다. 이렇게 제 2암 기준점 및 투영점(Pr)의 위치는 관절변수($\theta_1, \theta_2, \theta_3$)에 의존하지만, 관절변수($\theta_4, \theta_5, \theta_6$)에는 의존하지 않는다.

[0032] 다시 도 2를 참조한다. 도 2에 나타나 있는 바와 같이 본 실시형태에 있어서의 제 4축(Z4), 제 5축(Z5) 및 제 6축(Z6)은 서로 직교하고, 또한 한 점에서 교차하고 있다. 도 1 및 도 2에 나타내어지는 제 4관절(40), 제 5관절(50) 및 제 6관절(60)은 오일러형의 손목을 형성하고 있다. 손목은 롤 관절만으로 구성된 쓰리 롤형이어도 좋고, 다른 형이어도 좋다.

[0033] 다음의 도 6 및 도 7을 참조한다. 도 6은, 수직축을 포함하는 평면 중 관절(J2, J3)의 회전축(제 2축(Z2), 제 3축(Z3))에 수직인 평면이 지면에 일치하는 도면이다. 또한 도 7은, 수직축 및 관절(J2, J3)의 회전축(제 2축(Z2), 제 3축(Z3))을 포함하는 평면이 지면에 일치하는 도면이다. 도 6의 상태와 도 7의 상태를 비교하면, 관절(J3)의 관절변수의 값(θ_3)에 차가 있지만 다른 관절(J1, J2, J4-J6)의 각 관절변수에 차이는 없다. 도 6 및 도 7의 어느 쪽의 상태에 있어서나, 제 1암은 수직축에 평행한 방향으로 연장되고 있다. 또한 제 2암(120)이 연장되는 방향은 다르지만, 제 2암(120) 자체는 똑바르게 연장되어 있다.

[0034] 본 개시에 있어서는 도 7의 상태를 다관절 로봇의 기준상태로 정의한다. 기준 상태에 있어서의 6개의 관절(J1-J6)의 관절변수의 값은, 어느 것이든 0 라디안이다. 도 7의 상태로부터 관절(J3)의 관절변수(θ_3)의 크기만을 증대 또는 감소시킴으로써, 도 6의 상태가 실현된다.

[0035] 도 8은 도 7에 나타나는 상태의 다관절 로봇(100)의 구성예를 모식적으로 나타내는 정면도이다. 다관절 로봇(100)에서는 제 1암(110)이 제 1축(Z1)에 평행하게 연장되고 있을 때, 제 2축(Z2)과 제 3축(Z3)에 의해 끼워진 평면 영역을, 제 3축(Z3)의 주위에 회전하는 제 2암(120)이 가로지를 수 있는 클리어런스가, 제 2암(120)과 제 1암(110) 사이 및 제 2암(120)과 요부(10) 사이에 형성되어져 있다. 이 클리어런스는 도 8의 화살표(C)에 의해 모식적으로 나타내어진다.

[0036] 클리어런스는 임의의 제 4관절(40)의 관절변수(θ_4) 및 제 5관절(50)의 관절변수(θ_5)의 각 값에 대해서 항상 확보될 필요는 없다. 예를 들면 도 8에 나타내어지는 상태로부터 제 4관절(40)의 관절변수(θ_4)의 크기가 변화하고, 제 5관절(50)의 회전축(제 5축(Z5))이 제 2축(Z2) 및 제 3축(Z3)에 수직인 상태를 생각한다. 이 상태에서 제 5관절(50)의 관절변수(θ_5)의 크기가 도 8의 상태로부터 변화하면, 제 2암(120)의 일부는 요부(10) 등과 간섭할 가능성이 있다. 따라서, 클리어런스는 적어도 제 4관절(40) 및 제 5관절(50)의 관절변수(θ_4, θ_5)가 한정된 범위 내의 크기를 가질 때 얻어지면 좋다. 전형적으로는 제 2암(120)이 똑바르게 연장되고 있을 때, 예를 들면 다관절 로봇의 기준상태에 있어서 상기의 클리어런스가 확보되는 것이 요구된다.

[0037] 도 7 및 도 8에 나타내는 구성예에 있어서 제 2암(120)의 중심축(제 4축 Z4에 일치)은, 수직축(제 1축(Z1))에 평행할 때, 수직축(제 1축(Z1))부터 수평 방향으로 오프셋하고 있다. 이러한 오프셋이 존재하면 요부(10)의 회전을 이용해서 제 2암(120)의 선단의 이동속도를 높일 수 있다. 여기에서 요부(10)의 제 1관절의 회전속도를(ω_1), 제 3관절(30)의 회전속도를(ω_3), 제 3축(Z3)으로부터 손목 기준점까지의 거리를 L3, 오프셋의 크기를 L_{off}라고 한다. L_{off}는, 제 1축(Z1)으로부터 제 2암(120)의 중심축(제 4축(Z4))까지의 거리이다. 이때 제 2암(120)을

직선 모양으로 연장시킨 상태에서 회전시킬 때의 손목 기준점의 이동속도는 $\omega_3 \cdot L_3 + \omega_1 \cdot L_{off}$ 로 나타내어진다. 0이 아닌 L_{off} 의 존재에 의해 요부(10)의 회전이 손목 기준점의 이동속도 및 속도를 증가시킬 수 있다.

- [0038] 도 9 및 도 10은, 다른 구성예를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- [0039] 도 9의 예에 있어서, 관절(J4)의 위치가 관절(J3)로부터 떨어져서, 관절(J5)에 접근해 있다. 관절(J4)은, 관절(J3)과 관절(J5)의 사이이면 제 2암의 중심축 상의 어느 위치에 있어도 좋다. 관절(J4)이 관절(J3)에 가까운 위치에 있을 때, 관절(J4)은 관절(J3)과 함께 자유도 2의 팔꿈치를 형성하고 있다고 할 수 있다. 한편, 관절(J4)이 관절(J5)에 가까운 위치에 있을 때는, 관절(J4)은 관절(J5) 및 관절(J6)과 함께 자유도 3의 손목을 형성하고 있다고 할 수 있다.
- [0040] 도 10의 예에 있어서, 관절(J4)의 회전축(제 4축(Z4))은, 관절(J1)의 회전축(제 1축(Z1))에 일치한다. 바꿔 말하면, 제 2암(120)의 중심축은 수직축에 평행할 때, 수직축으로부터 수평 방향으로 오프셋 하지 않는다. 이 때문에 제 2암 기준점 및 투영점(Pr)은, 관절(J1)의 회전축(제 1축(Z1)) 상에 위치하고 있다.
- [0041] 도 11은 도 10에 나타나는 상태의 다관절 로봇(100)의 구성예를 모식적으로 나타내는 정면도이다. 이 다관절 로봇(100)에서도 제 1암(110)이 제 1축(Z1)에 평행하게 연장되고 있을 때 제 2축(Z2)과 제 3축(Z3)에 의해 끼워진 평면 영역을 제 3축(Z3)의 주위에 회전하는 제 2암(120)이 가로지를 수 있는 클리어런스가 제 2암(120)과 제 1암(110) 사이 및 제 2암(120)과 요부(10) 사이에 형성되어져 있다. 이 클리어런스는 도 11의 화살표(C)에 의해 모식적으로 나타내어진다.
- [0042] 상기한 어느 예에 있어서나 요부(10)는 제 2축(Z2)의 하방에 위치한다. 이 때문에 제 2암(120)이 운동할 때, 요부(10)에 대한 클리어런스를 확보하는 것이 중요해진다.
- [0043] 도 12a는 제 2축(Z2)과 제 3축(Z3)에 의해 끼워진 평면 영역을, 제 3축(Z3)의 주위에 회전하는 제 2암(120)이 가로지르기 직전의 제 2암(120)의 자세를 나타내는 사시도이다. 또한 도 12b는 다관절 로봇(100)이 다른 4개의 타이밍(T1, T2, T3, T4)에서 취할 수 있는 4개의 자세를 동시에 기재한 사시도이다. 도면에서 나타난 예에서는 다관절 로봇(100)의 자세가 타이밍(T1)으로부터 (T4)에 걸쳐서 변화된다. 이 때, 제 2암(120)의 선단은 요부(10)의 근방을 지나친다.
- [0044] 컨트롤러(200)는 클리어런스를 확보하기 위해서 관절변수(θ_4, θ_5)에 미리 정해진 각도를 설정할 수 있다. 「미리 정해진 각도」는 상기한 클리어런스를 확보하는 것이 가능해지는 제 4관절(40) 및 제 5관절(50)의 각도이다. 제 4관절(40) 및 제 5관절(50)의 각 모터는, 제 4관절(40) 및 제 5관절(50)이 관절변수(θ_4, θ_5)에 의해 각각 지정된 각도가 되도록 회전한다. 이에 따라 제 4관절(40) 및 제 5관절(50)의 각 모터가 회전하고, 상기한 클리어런스가 확보된다.
- [0045] 각 모터의 회전의 개시시각은 미리 정해진 「규정 시간」에 의거하여 결정할 수 있다. 제 4관절(40)의 모터의 「규정 시간(T4)」은, 제 4관절(40)의 각도를 관절변수(θ_4)에 일치시킬 때까지 필요로 하는 규정 시간이다. 제 5관절(50)의 모터의 「규정 시간(T5)」은, 제 5관절(50)의 각도를 관절변수(θ_5)에 일치시킬 때까지 필요로 하는 규정 시간이다.
- [0046] 본 명세서에서는 제 2축(Z2)과 제 3축(Z3)에 의해 끼워진 평면 영역을, 제 3축(Z3)의 주위에 회전하는 제 2암(120)이 가로지를 때의 다관절 로봇(100)의 자세를, 「암 특이 자세」 또는 간단히 「특이 자세」라고 부른다. 다관절 로봇(100)이 특이 자세를 취했을 때, 제 1암(110)과 제 2암(120)은 접힌 상태가 된다. 본 개시에서는, 다관절 로봇(100)이 특이 자세를 취했을 때의 제 3관절(30)의 관절변수(제 3축(Z3)의 회전각도)(θ_3)는 0도라고 한다. 다관절 로봇(100)이 특이 자세를 취했을 때, 제 2암(120)과 요부(10) 사이에 클리어런스가 확보되어 있으면 좋다.
- [0047] 또, 제 2관절(20)의 각도 또는 수평면(H)에 대한 제 1암(110)의 각도는 다관절 로봇(100)의 특이 자세에 영향을 주지 않는다. 다관절 로봇(100)이 특이 자세를 취했을 때, 제 1암(110)은 제 1축(Z1)에 평행해도 좋고 평행하지 않아도 좋다. 다관절 로봇(100)이 특이 자세를 취하는 전후에서 제 1암(110)은 운동해도 좋고, 하지 않아도 좋다. 제 1암(110)이 수평면(H)에 대해서 기울어진 상태를 유지하고 있어도, 제 2암(120)이 운동함으로써, 다관절 로봇(100)이 특이 자세를 취할 수 있다.
- [0048] 컨트롤러(200)는 다관절 로봇(100)이 특이 자세를 취하는 시각(T)으로부터 기산하고, 시각(T4) 이상 전의 시각으로부터 제 4관절(40)의 모터의 회전을 개시시켜서 상기 시각(T)으로부터 기산하고, 시각(T5) 이상 전의 시각으로부터 제 5관절(50)의 모터의 회전을 개시시킨다. 이에 따라, 늦어도 다관절 로봇(100)이 상기의 특이 자세

를 취할 때까지는 즉, 제 2암(120)이 상기 평면 영역을 가로 지를 때까지는 상기한 클리어런스가 확보된다.

- [0049] 이하 도 13을 참조하면서 제 2암(120)의 운동에 따라 제 2암 기준점의 투영점(Pr)이 그리는 궤적의 예를 설명한다. 도 1 및 도 2에 나타내어지는 구성을 갖는 다관절 로봇(100)에 대해서, 우선 요부(10)가 선회하지 않는 동작의 예를 설명한다. 도 13의(a1)~(a4)는 다관절 로봇(100)의 자세를 모식적으로 나타내는 사시도이며, 도 13(b1)~(b4)는 수평면 상의 투영점(Pr)의 궤적을 나타낸 도면이다. 이 수평면은 제 2축(Z2)을 포함하며 또 제 1축(Z1)에 수직인 평면이다. 도 13의(b1)~(b4)에 기재되어 있는 원(Cs)은 제 1암(110)이 제 1축(Z1)에 평행하고, 또한 제 1암(110)과 제 2암(120)이 특이 자세에 있을 때의 제 2암 기준점의 투영점이 요부(10)의 회전에 의해 형성하는 궤적이다. 본 개시에 있어서 원(Cs)을 「특이점의 궤적원」이라고 칭할 때도 있다.
- [0050] 도 13(a1),(b1)에 나타내는 상태에서는, 제 2암(120)의 기준점을 수평면에 투영한 점(투영점)(Pr)은, 제 1축(Z1)으로부터 떨어진 위치에 있다.
- [0051] 도 13(a2),(b2)에 나타내는 상태에서는, 제 2암(120)이 제 3축(Z3)의 주위를 회전함으로써 투영점(Pr)은 제 1축(Z1)에 접근한다.
- [0052] 도 13(a3),(b3)에 나타내는 상태에서는, 제 1암(110) 및 제 2암(120)은 특이 자세를 나타낸다. 이때, 투영점(Pr)은 특이점의 궤적원(Cs)에 있고 제 1축(Z1)에 최접근한다.
- [0053] 도 13(a4),(b4)에 나타내는 상태에서는, 투영점(Pr)은 제 1축(Z1)으로부터 멀어지고 있다.
- [0054] 도 13의 예에서는 요부(10)가 선회하지 않으므로, 손목 기준점의 투영점(Pr)은 직선의 궤적을 형성한다. 이 궤적은 특이점의 궤적원(Cs)의 접선이다. 투영점(Pr)의 궤적과 원(Cs)의 접점의 위치는 요부(10)의 제 1관절(J1)의 관절변수($\theta 1$)에 의존하여 다르다.
- [0055] 본 개시의 다관절 로봇(100)이 엔드 이펙터에 의해 대상물을 과지해서 반송할 경우, 도 13에 나타내어지는 운동보다 복잡한 운동이 필요하다. 그러한 복잡한 운동은 요부(10)가 선회를 포함할 수 있다. 그러나 본 개시의 다관절 로봇(100)에 특징적인 것은 요부(10)가 선회할 때에도 도 13(a3)에 나타난 특이 자세를 취하는 운동이 가능한 점에 있다.
- [0056] 상술한 바와 같이 도 14에 나타내는 종래의 다관절 로봇은 상술한 클리어런스가 형성되어 있지 않다. 이러한 다관절 로봇에 의하면 도 13에 나타나 있는 바와 같은 운동은 실현 할 수 없다.
- [0057] 일반적으로 다관절 로봇의 자세를 제어할 때, 적극적으로 특이 자세를 취하는 것은 피할 수 있었다. 그 이유는, 다관절 로봇이 특이 자세에 접근했을 때 또는 특이 자세를 취했을 때에 엔드 이펙터의 이동은 얼마 안됨에도 불구하고 다관절 로봇이 상당히 크게 움직이거나, 에러에 의해 정지해버리는 경우가 발생했기 때문이다.
- [0058] 유저가 엔드 이펙터의 삼차원 공간 내의 이동경로를 교시하면 컨트롤러는 이동경로의 미소한 변화량으로부터 각 관절의 각도의 변화량을 산출해서 관절변수를 설정한다. 이러한 다관절 로봇의 동작 모드는 「역 운동학」에 따른 제어 모드라고 부를 수 있다. 역 운동학에 따르는 제어 모드에 있어서 각도의 변화량을 산출하기 위해서는 후술하는 야코비 행렬의 역행렬을 구할 필요가 있다. 특이 자세에 접근함에 따라서 야코비 행렬의 행렬식은 0에 접근하기 위해서 역행렬의 요소가 매우 커지고 그 결과, 각도의 변화량이 갑자기 커지기도 한다. 또한, 특이 자세에 있어서는 역행렬이 구해지지 않으므로, 컨트롤러는 관절변수를 설정할 수 없고 에러에서 정지될 경우도 생길 수 있다.
- [0059] 본원 발명자는, 다관절 로봇이 특이 자세를 취하는 것을 허용하면서도, 다관절 로봇을 스무스하면서 재빠르게 동작시키는 제어 방법을 찾아냈다.
- [0060] 이하 도 15부터 도 18을 참조하면서, 요부(10)가 선회하는 동작의 도중에 제 1암(110) 및 제 2암(120)이 특이 자세를 취하는 동작의 예를 설명한다. 도 15, 도 16 및 도 18은, 3차원 공간(작업공간) 내의 각각의 위치에 있는 점을 수평면에 수직으로 투영했을 때의 수평면 상의 점 또는 점의 궤적을 나타내고 있다. 궤적원(Cs)은 상술한 바와 같이, 제 1암(110)이 제 1축(Z1)에 평행할 때의 특이점의 궤적이다. 본 개시에 있어서, 3차원 공간 내의 점을 수평면에 수직으로 투영한 점을 「투영점」이라고 부른다. 또한 3차원 공간 내의 2개의 점을 연결하는 선분을 수평면에 수직으로 투영한 선분을 「투영 선분」이라고 부른다. 「투영 선분」은, 수평면 상에 있어서의 2개의 투영점을 연결하는 선분을 의미하기도 한다.
- [0061] 도 15, 도 16 및 도 18에는 투영점(P11) 및 (P22)이 나타내어져 있다. 투영점(P11) 및 (P22)은 각각 다관절 로봇(100)의 이동을 시작하는 초기 위치 및 이동을 종료하는 종료 위치의 각 투영점을 의미한다. 「초기 위치」 및

「종료 위치」는 전형적으로는 워크를 쥐는 위치 및 워크를 두는 위치이며 다관절 로봇(100)이 설치되는 작업 라인의 배치 등에 의해 정해질 수 있다. 또, 「초기 위치」 및 「종료 위치」의 좌표는 다관절 로봇(100)의 엔드 이펙터 근방에 부착된 카메라를 이용하여 취득한 화상 데이터로부터 컨트롤러(200)가 결정해도 좋다. 또 본 명세서에서는, 초기 위치를 「제 1위치」라고 부르고 종료 위치를 「제 2위치」라고 부를 때도 있다.

- [0062] 특이점의 케적원(Cs)의 외측의 원(Cy)은, 원(Cy)의 내부에 규정되는 인 포지션 영역의 경계를 나타낸다. 「인 포지션 영역」은, 제 2암 기준점의 투영점(Pr)이 케적원(Cs)의 근방에 도달했다고 간주할 수 있는 영역을 의미한다. 인 포지션 영역의 범위(크기)는 임의로 설정될 수 있다. 또, 원(Cy)은 상기한 클리어런스를 확보하기 위해서 제 4관절(40) 및 제 5관절(50)의 각 모터가 회전을 시작하는 위치와는 특별히 관계는 없다.
- [0063] 도 15는 초기 위치의 투영점(P11) 및 종료 위치의 투영점(P22)을 연결하는 투영 선분(L12)과, 투영 선분(L12)에 의해 정해지는 2개째의 투영 선분(Lsa12)을 나타낸다. 투영 선분(Lsa12)은 투영 선분(L12)을, 특이점의 케적원(Cs)과 접하는 위치(접점)(S)까지 평행 이동시켰을 때의 원(Cy)과의 교점(Ps1) 및 (Ps2)에 의해 연장되는 현이다.
- [0064] 본 개시에서는 컨트롤러(200)는, 제 2암 기준점의 투영점(Pr)의 경로(수평면 투영 경로)가 점(Ps1) 및 (Ps2)을 통과하도록 관절변수($\theta_1, \theta_2, \theta_3$)를 제어한다. 이하, 더 구체적으로 설명한다.
- [0065] 도 16은, 제 2암 기준점의 수평면 투영 경로(실선)를 나타낸다. 도 17은, 도 16에 나타내는 수평면 투영 경로를 실선에 의해 3차원적으로 나타내고 있다. 도 17중의 점(P11')의 수평면 투영점이 도 16에 나타내어지는 점(P11)이다. 마찬가지로, 도 17 중의 점(P22', Ps1', Ps2', S')의 수평면 투영점이 각각 도 16에 나타내어지는 점(P22, Ps1, Ps2, S)이다. 또 도 17 중의 점(Ps1') 및 (Ps2')을 양단점으로 하는 선분 또는 곡선(Lsa12)을 수평면에 투영한 선분이 도 16에 나타내어지는 투영 선분(Lsa12)이다. 도 16 중에서 투영 선분(Lsa12)은 접점(S)를 통과한다. 마찬가지로, 도 17 중에서도 상기 선분 또는 곡선(Lsa12')은 접점(S')을 통과한다.
- [0066] 컨트롤러(200)는 제 2암 기준점의 투영점(Pr)의 위치가 수평면 투영 경로상의 「인 포지션 영역」의 외부에 있을지 내부에 있을지에 의해, 후술하는 역 운동학 연산과 순 운동학 연산을 바꾸어서 다관절 로봇(100)을 구동한다. 더 상세하게는 인 포지션 영역의 외부에서 제 2암 기준점의 투영점(Pr)을 이동시킬 때는 컨트롤러(200)는 작업공간 내의 좌표로부터 역 운동학 연산을 행해서 요부(10)의 제 1관절, 제 2관절(20) 및 제 3관절(30)의 관절변수의 각 값을 산출한다. 이때 컨트롤러(200)는 엔드 이펙터의 자세를 설정하고 제 4관절(40), 제 5관절(50) 및 제 6관절의 관절변수의 각 값도 산출한다. 단 제 4관절(40), 제 5관절(50) 및 제 6관절의 관절변수의 값은 본 실시형태에 있어서의 제 2암 기준점에 위치에 영향을 주지 않는다. 이 때문에 이하의 설명에서는 간단하게 하기 위해 특별히 필요가 없는 한, 제 4관절(40), 제 5관절(50) 및 제 6관절(60)의 움직임에는 언급하지 않는다.
- [0067] 컨트롤러(200)는, 산출한 관절변수의 각 값에 해당하는 각도만큼 요부(10)의 제 1관절, 제 2관절(20) 및 제 3관절(30)이 회전하도록 각 관절에 설치되어진 모터를 회전시켜, 제 2암 기준점의 움직임을 제어한다.
- [0068] 인 포지션 영역의 내부에서 제 2암 기준점의 투영점(Pr)을 이동시킬 때는, 컨트롤러(200)는 제 2관절(20) 및 제 3관절(30)의 관절변수의 각 값을 순차적으로 변화시킨다. 「순차」라는 것은, 예를 들면 1밀리 초마다 제어 지령 값을 모터의 구동회로에 주는 것을 의미한다. 모터의 제어는 전형적으로는 서보 동작에 의해 실행될 수 있다. 작업공간 내에 있어서의 제 2암 기준점의 위치 및 자세는, 각 관절변수의 값으로부터 순 운동학 연산에 의해 산출될 수 있다.
- [0069] 컨트롤러(200)는 변화시킨 관절변수의 각 값에 해당하는 각도만큼 제 2관절(20) 및 제 3관절(30)이 회전하도록 각 관절에 설치되어진 모터를 회전시켜, 제 2암 기준점의 움직임을 제어한다. 제 2암 기준점의 투영점(Pr)이 접점(S)의 위치에 도달했을 때, 제 1암(110) 및 제 2암(120)이 요부(10)의 Z1축에 평행하게 되고, 또한, 다관절 로봇(100)은 특이 자세를 취한다. 또 이 예에 있어서 인 포지션 영역의 내부에서는 요부(10)의 제 1관절은 선회하지 않아도 좋다. 즉 인 포지션 영역의 내부에서 컨트롤러(200)는 요부(10)의 제 1관절의 관절변수의 값을 고정하고 있다. 제 2암 기준점의 투영점(Pr)은 점(Ps1)으로부터 점(Ps2)까지 직선적으로 이동한다.
- [0070] 제 2관절(20) 및 제 3관절(30)의 관절변수의 각 값을 순차적으로 변화시키고, 제 2암 기준점의 투영점(Pr)을 위치(Ps1)로부터 (Ps2)까지 이동시키는 동작 (이하, 「본 개시의 실시형태에 따른 동작」)을 행하면, 이하와 같은 이점이 얻어진다.
- [0071] 우선, 본 개시의 실시형태에 따른 동작에 의하면 제 2암 기준점을 빠르게 이동시킬 수 있다. 제 2암 기준점은 제 2관절(20)의 회전에 의한 속도(V2)와 제 3관절(30)의 회전에 의한 속도(V3)가 합성된 속도(V)로 이동한다.

제 2관절(20) 및 제 3관절(30)은 모두 위치(Ps1)로부터 위치(Ps2)를 향하는 방향으로 회전한다. 따라서 속도(V2) 및 (V3)의 부호는 같다. 또한, 제 2암 기준점의 투영점(Pr)을 투영 선분(Lsa12)을 따라 직선적으로 이동하기 때문에, 속도(V)를 수평면에 투영하면 이동방향의 속도성분만 드러난다. 따라서 제 2암 기준점은 빠르게 이동할 수 있다.

[0072] 비교 대상으로서 요부(10)를 선회시키는 동작에 의한 제 2암 기준점의 이동속도를 생각한다. 여기에서 말하는 「요부(10)를 선회시키는 동작」이라는 것은 제 2암 기준점의 투영점(Pr)이 투영점(P11)과 투영점(P22)을 연결하는 투영 선분(L12)에 관해서 요부(10)의 Z1축과 반대 측의 수평면 상을 크게 호를 그리면서 이동하는 동작을 의도하고 있다.

[0073] 요부(10)의 제 1관절은 제 1암(110), 제 2암(120) 및 엔드 이펙터의 모든 중량을 지지하고, 또한 그것들을 일체적으로 선회시킬 필요가 있다. 그 때문에 제 1관절에는 다른 관절보다 큰 토크를 발생시키기 위한 모터 및 감속 기구가 설치되어진다. 토크를 중시한 감속 기구가 설치되어짐으로써, 제 1관절의 선회의 속도(회전속도)는 억제되고, 제 2암 기준점의 이동속도는 상대적으로 느려진다. 따라서 본 개시의 실시형태에 따른 동작에 의하면 요부(10)를 선회시키는 동작보다 빠르게 제 2암 기준점을 이동시킬 수 있다. 또한, 본 개시의 실시형태에 따른 동작은 제 2관절(20) 및 제 3관절(30)의 관절변수의 각 값을 순차적으로 변화시키는 것만으로 실현될 수 있기 때문에 컨트롤러(200)의 처리부하는 매우 가볍다.

[0074] 또한 다관절 로봇(100)은 특이 자세를 취해서 동작할 때, 제 1암(110) 및 제 2암(120)은 접혀져 있기 때문에, 제 1암(110) 및 제 2암(120)의 관성 모멘트는 가장 작아진다. 특이 자세를 취하고 있을 때 제 2관절(20)이 회전할 때에 발생시키는 토크의 크기를 억제할 수 있다. 부하를 억제해서 제 2관절(20)을 동작시키는 것이 가능하기 때문에 제 2관절(20) 및 제 1암(110)의 거동은 안정되고, 그것에 의해 제 1암(110)의 타단에 설치된 제 3관절(30)도 안정되게 동작시킬 수 있다. 제 2관절(20) 및 제 3관절(30)의 각 모터에 요구되는 가속 토크를 보다 작게 억제할 수 있다.

[0075] 또한 본 개시의 실시형태에 따른 동작을 행하면, 다관절 로봇(100)을 설치하기 위해서 필요한 공간(설치 공간)을 보다 작게 억제할 수 있다. 비교의 대상은 요부(10)를 선회시키는 동작을 행할 경우의 다관절 로봇(100)의 설치 공간의 크기이다. 지금 수평면 상의 투영 선분(L12)에 수직인 방향에 관해서, 제 2암 기준점의 투영점(Pr)이 요부(10)의 Z1축으로부터 변위하는 양(변위량)(D)을 생각한다.

[0076] 본 개시의 실시형태에 따른 동작에서는, 상기 변위량(D)의 최대값은 접점(S)으로부터 투영 선분(L12)까지의 거리이다. 한편 「요부(10)를 선회시키는 동작」에서는, 상기 변위량(D)의 최대값은 투영 선분(L12)의 반대 측에 그려지는 원호에 의해 결정되고, 명백하게 접점(S)으로부터 투영 선분(L12)까지의 거리보다 크다. 다관절 로봇(100)의 설치 공간의 크기는 다관절 로봇(100)의 가동역에 의해 결정된다. 따라서, 본 개시의 실시 형태에 따른 동작에 의하면 다관절 로봇(100)의 설치 공간을 보다 작게 억제할 수 있다.

[0077] 여기서 순 운동학에 따르는 제어 모드와 역 운동학에 따르는 제어 모드 사이에 있는 차이점을 보충적으로 설명한다.

[0078] 식(1)은, 제 2암(120)의 선단의 위치 및 자세를 규정하는 좌표와 6개의 관절변수의 관계를 나타내고 있다.

$$\begin{aligned}
 x &= f_1(\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_6) \\
 y &= f_2(\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_6) \\
 z &= f_3(\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_6) \quad \dots (1) \\
 \alpha &= f_4(\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_6) \\
 \beta &= f_5(\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_6) \\
 \gamma &= f_6(\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_6)
 \end{aligned}$$

[0079] .

[0080] 작업공간 내의 위치좌표는 x,y,z로 나타내어지고, 자세좌표는 α , β , γ 로 나타내어져 있다. 이것들의 좌표성분의 각각은 식(1)에 나타나 있는 바와 같이 관절변수($\theta_1 \sim \theta_6$)의 함수(비선형 함수)이다. 6개의 함수는 $f_1 \sim f_6$ 으로 나타내어져 있다.

[0081] 좌표성분의 미분과 관절변수의 미분의 사이에는 식(2)에 나타나는 선형적인 관계가 성립한다.

$$\begin{bmatrix} dx \\ dy \\ dz \\ d\alpha \\ d\beta \\ dy \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial \theta_1} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial \theta_6} \\ \frac{\partial f_2}{\partial \theta_1} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial \theta_6} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial f_6}{\partial \theta_1} & \dots & \frac{\partial f_6}{\partial \theta_6} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d\theta_1 \\ d\theta_2 \\ d\theta_3 \\ d\theta_4 \\ d\theta_5 \\ d\theta_6 \end{bmatrix} \dots (2)$$

[0082]

[0083] 식(2)에 있어서의 6줄 6열의 행렬은 야코비 행렬(야코비안)이라고 불린다. 식(3)에 나타나 있는 바와 같이 식(2)의 관계식에 있어서의 좌변의 벡터를 Δx , 우쪽의 벡터를 $\Delta \theta$, 야코비 행렬을 J 로 둔다.

$$\Delta x = \begin{bmatrix} dx \\ dy \\ dz \\ d\alpha \\ d\beta \\ dy \end{bmatrix}, \quad \Delta \theta = \begin{bmatrix} d\theta_1 \\ d\theta_2 \\ d\theta_3 \\ d\theta_4 \\ d\theta_5 \\ d\theta_6 \end{bmatrix}, \quad J = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial \theta_1} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial \theta_6} \\ \frac{\partial f_2}{\partial \theta_1} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial \theta_6} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial f_6}{\partial \theta_1} & \dots & \frac{\partial f_6}{\partial \theta_6} \end{bmatrix} \dots (3)$$

[0084]

[0085] 식(2)부터 식(4)의 관계식이 얻어진다. 식(4)의 야코비 행렬(J)의 역행렬을 (J^{-1})이라고 나타내면 식(4) 부터 식(5)의 관계식이 얻어진다.

$$\Delta x = J \Delta \theta \quad \dots (4)$$

[0086]

$$\Delta \theta = J^{-1} \Delta x \quad \dots (5)$$

[0087]

[0088] 식(4)에 의하면 $\Delta \theta$ 로 부터 Δx 를 산출하는 것(순 운동학연산)을 할 수 있다. 또한 식(5)에 의하면, Δx 로부터 $\Delta \theta$ 를 산출하는 것(역 운동학 연산)을 할 수 있다. 작업공간 내에 있어서 제 2암(120)의 선단의 궤도를 결정하고, 그 궤도를 따른 동작을 다관절 로봇에 실행시키기 위해서는 Δx 로부터 $\Delta \theta$ 를 산출하는 연산(역 운동학 연산)을 필요로하게 된다. 그러나, 이 연산을 실행하기 위해서는, 야코비 행렬의 역행렬(J^{-1})이 필요하게 된다. 특이점에서는 야코비 행렬의 행렬식이 제로가 되므로 야코비 행렬의 역행렬(J^{-1})은 존재하지 않는다.

[0089] 본 개시의 실시형태에서는 제 2암 기준점이 특이점 및 그 근방에 있을 때, 바꿔 말하면, 제 2암 기준점의 투영점(Pr)이 인 포지션 영역의 내부에 있을 때 순 운동학 연산에 근거한 제어를 행한다. 이에 따라, 특이 자세를 회피하지 않는 패스 스루 동작(도 13)을 원활하게 실행하는 것이 가능하게 된다.

[0090] 상술의 이점은 특히, 특이 자세를 피하기 위해서 요부(10)를 크게 선회시켜서 초기 위치로부터 종료 위치까지 워크를 반송할 경우와 비교하면 현저하다. 게다가 상기의 이점은 요부(10)의 제 1관절, 제 2관절(20) 및 제 3관절(30)에 복잡한 움직임은 시키면서 제 2암 기준점의 투영점(Pr)을 투영점(P11)으로부터 투영점(P22)까지 직선적으로 이동시켰을 경우와 비교해도 현저하다.

[0091] 도 18은, 도 16에 나타나는 예보다 다관절 로봇(100)을 더 빠르게 또한 스무스하게 동작시키는 것이 가능한 수평면 투영 경로(Lsb12)(실선)의 예를 나타낸다. 원(Cy)의 내부인 인 포지션 영역 내에서 수평면 투영 경로(Lsb12)는 상기의 접점(S)을 통과하는 곡선이다. 도 16의 예와 같이 제 2암 기준점의 투영점(Pr)이 접점(S)의

위치에 도달했을 때, 제 1암(110) 및 제 2암(120)이 요부(10)의 Z1축에 평행이 되고, 또한 다관절 로봇(100)은 특이 자세를 취한다.

- [0092] 표시된 곡선의 수평면 투영 경로(Lsb12)를 따라, 제 2암 기준점의 투영점(Pr)을 이동시키기 위해서 컨트롤러(200)는 제 2관절(20) 및 제 3관절(30)의 관절변수의 각 값을 순차적으로 변화시키는 것에 더해 요부(10)의 제 1관절의 값도 순차적으로 변화시킨다. 「순차」의 예는 상술한 바와 같다.
- [0093] 요부(10)의 선회 동작이 추가적으로 행해지는 것에 의해서 도 16의 예를 기준으로 하면 제 2암 기준점의 속도(V)에는 선회에 따르는 속도(Vr)가 더 합성된다. 선회를 동반하는 속도(Vr)는 요부(10)의 제 1관절의 각 속도와 선회 중심으로부터 제 2암 기준점까지의 수평면 상의 길이와의 곱으로서 얻어진다. 제 2암 기준점은, 제 2관절(20)의 회전에 의한 속도(V2)와 제 3관절(30)의 회전에 의한 속도(V3)의 선회에 따르는 속도(Vr)의 성분과의 합으로 이동한다. 따라서, 제 2암 기준점은 도 16에 나타나는 예보다 빠르게 동작할 수 있다.
- [0094] 또 도 16에 있어서 투영점(P11)으로부터 투영점(Ps1)까지의 경로 및 투영점(Ps2)으로부터 투영점(P22)까지의 경로는 직선이지만 곡선이어도 좋다. 또한 도 16을 3차원적으로 나타내고 있는 도 17에 있어서도 투영점(P11')으로부터 투영점(Ps1')까지의 경로 및 투영점(Ps2')으로부터 투영점(P22')까지의 경로는 직선이지만 곡선이어도 좋다. 도 18의 예에 있어서도, 투영점(P11)으로부터 수평면 투영 경로(Lsb12)가 원(Cy)에 최초로 교차할 때까지의 경로 및 수평면 투영 경로(Lsb12)가 원(Cy)에 2번째에 교차한 점으로부터 투영점(P22)까지의 경로는 직선이어도 곡선이어도 좋다. 3차원 공간에서 본 제 2암 기준점의 궤적도 임의이다. 도 19는, 투영점(P11)으로부터 투영점(P22)까지의 2개의 수평면 투영 경로(TR1 및 TR2)를 나타낸다. 수평면 투영 경로(TR1)는 인 포지션 영역의 내외에서 순 운동학 연산과 역 운동학 연산을 바꾸는 것에 의해서, 초기 위치의 투영점(P11)으로부터 종료 위치의 투영점(P22)까지 워크를 이동시키는 경로이다. 즉 수평면 투영 경로(TR1)의 도중에, 다관절 로봇(100)은 특이 자세를 취한다. 수평면 투영 경로(TR1)는 도 18에 있어서의 수평면 투영 경로(Lsb12)와 같을 수 있다.
- [0095] 한편, 수평면 투영 경로(TR2)는 주로 다관절 로봇(100)의 요부(10)의 선회 동작에 의해 초기 위치의 투영점(P11)으로부터 종료 위치의 투영점(P22)까지 워크를 이동시키는 경로이다. 수평면 투영 경로(TR2) 상은, 다관절 로봇(100)이 특이 자세를 회피하는 경로라고도 말할 수 있다.
- [0096] 컨트롤러(200)는 2개의 경로 중에서 하나를 선택한다. 선택의 기준은, 예를 들면 유저의 지시, 소요시간의 짧음이다.
- [0097] 선택의 기준이 유저의 지시일 경우, 유저는 도면에 나타나지 않은 입력장치, 예를 들면 펜던트, 키보드 또는 마우스를 이용하고 특이 자세를 취하는 경로(TR1)인지, 특이 자세를 회피하는 경로(TR2)인지를 지정한다. 컨트롤러(200)는 유저로부터 지정된 경로를 선택하고 해당 경로에 따라서 동작한다.
- [0098] 선택의 기준이 소요시간의 짧음일 경우, 컨트롤러(200)는 경로(TR1) 및 (TR2) 각각에 대해서, 초기 위치에서 종료 위치까지 제 2암(120)의 선단을 이동시키는 소요시간을 계산하고, 소요시간이 짧은 쪽의 경로를 선택한다.
- [0099] 도 20a는 제 2암(120)의 선단(122)에 엔드 이펙터(130)가 부착된 다관절 로봇(100)을 나타낸다. 도 20a에 나타내는 다관절 로봇(100)은 도 1 및 도 2등에 나타내는 형태의 로봇이다.
- [0100] 다관절 로봇(100)의 제 2암(120)이 바로 아래에 똑바르게 연장되고, 또 특이 자세를 취하고 있을 때, 엔드 이펙터(130)의 선단부는 바닥면(G)에 간섭한다. 그 때문에 컨트롤러(200)는 예를 들면, 제 5관절(50)의 모터를 회전시켜서 특이 자세를 취했을 때에 엔드 이펙터(130)와 바닥면(G)의 사이에 클리어런스를 형성한다.
- [0101] 도 20b는 엔드 이펙터(130)와 바닥면(G)과의 사이에 클리어런스(C)가 확보된 다관절 로봇(100)의 자세를 나타낸다. 도 20b의 예에서는, 제 5관절(50)의 모터가 회전해서 제 5관절(50)을 90도 회전시켜, 제 6관절(60)의 제 6축(Z6)을 지면에 수직인 방향으로 향함으로써 클리어런스(C)가 확보된다.
- [0102] 제 5관절(50)을 회전시키는 각도는 엔드 이펙터(130)의 형상, 크기 등의 파라미터에 따라서 결정될 수 있다. 유저는 도면에 나타나지 않은 입력장치, 예를 들면 펜던트, 키보드 또는 마우스를 이용하고 상기 파라미터를 지정한다. 혹은 유저는 파라미터를 격납한 전자 파일을 컨트롤러(200)에 임포트해도 좋다.
- [0103] 컨트롤러(200)는 지정된 파라미터로부터 제 6관절(60)에 엔드 이펙터(130)가 부착된 상태에서, 또한 다관절 로봇(100)이 특이 자세를 취했을 때에 있어서의 엔드 이펙터(130)의 하단 위치가 바닥면(G)의 레벨보다 높은지, 상기 레벨과 같은지 또는 낮은지를 판단한다. 컨트롤러(200)는 엔드 이펙터(130)의 하단 위치가 바닥면(G)의 레벨과 같거나 또는 낮을 경우에는, 컨트롤러(200)는 제 5관절(50)을 90도 회전시키도록 관절변수(θ5)를 설정한

다. 이에 따라 다관절 로봇(100)이 특이 자세를 취했을 때, 클리어런스(C)가 확보된다.

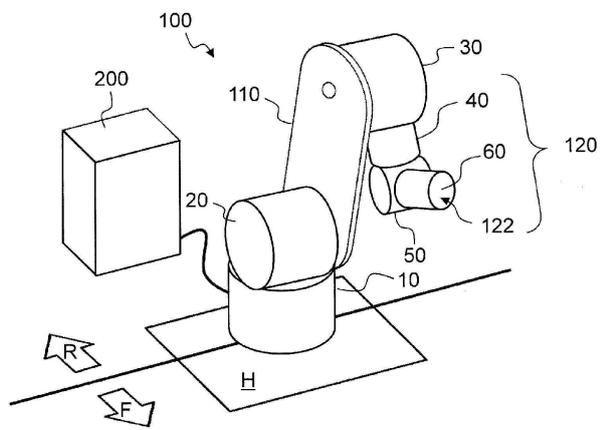
- [0104] 또, 관절변수를 90도에 설정해도 엔드 이펙터(130)의 하단위치가 바닥면(G)의 레벨이하가 될 경우에는, 컨트롤러(200)는 그러한 엔드 이펙터(130)를 부착한 상태에서는, 본 개시의 실시형태에 따른 동작을 행하지 않는 것을 선택할 수 있다. 이 때, 컨트롤러(200)는 특이 자세를 회피하는 동작을 행하는 것을 음성, 문자, 경보, 빛의 명멸 등에 의해 유저에 통지해도 좋다.
- [0105] 제 2암(120)의 선단(122)에 자세가 변화되는 엔드 이펙터(130)가 부착된 경우에는 엔드 이펙터(130)의 파라미터는 가동역의 데이터를 포함할 수 있다.
- [0106] 도 20c는, 제 6관절(60)의 제 6축(Z6)을 중심으로 회전하는 엔드 이펙터(140)의 예를 나타낸다. 도 20d는 엔드 이펙터(140)의 파라미터이며, 도 20c를 기준위치라고 했을 때, 엔드 이펙터(140)의 회전의 범위(각도)(ϕ)를 나타낸다.
- [0107] 컨트롤러(200)는 다관절 로봇(100)이 특이 자세를 취하고, 또한 엔드 이펙터(140)가 취할 수 있는 최대의 각도에서 변위했을 경우에 엔드 이펙터(140)의 최원단이 요부(10) 또는 제 1암(110)과 간섭할 것인지 아닌지를 판명한다. 엔드 이펙터(140)의 최원단이란 회전중심인 제 6축(Z6)으로부터 가장 먼 점 또는 면을 말한다. 엔드 이펙터(140)의 최원단은 엔드 이펙터(140)의 파라미터로 한 부여된 형상, 사이즈로부터 결정될 수 있다. 엔드 이펙터(140)의 최원단이 요부(10) 등과 간섭할 경우, 컨트롤러(200)는 예를 들면 제 4관절(40)을 요부(10) 또는 제 1암(110)과 반대측에 90도로 회전하도록 관절변수($\theta 4$)를 설정한다. 이에 따라 다관절 로봇(100)이 특이 자세를 취했을 때, 클리어런스(C)가 확보된다.
- [0108] 도 21은 본 개시에 의한 다관절 로봇 시스템의 실시예를 모식적으로 나타내는 사시도이다. 도 21은 도 12b에 나타난 다른 4개의 타이밍에 있어서의 다관절 로봇(100)의 자세가 동시에 기재되어 있다. 이것은 다관절 로봇(100)의 움직임의 범위를 명확히 하기 위해서이다. 도 21의 다관절 로봇 시스템에서는 팻릿 대로부터 받은 팻릿 상의 워크(도면 생략)를 제 2암(120)의 선단에 부착된 엔드 이펙터인 파지부가 파지하고 도면 중의 좌측으로 반송한다.
- [0109] 도 21의 다관절 로봇 시스템은 만곡면을 갖는 제 1커버(140A)와 평탄면을 갖는 제 2커버(140B)를 구비하는 케이스 내에 배치되어 있다. 다관절 로봇(100)의 동작을 나타내기 위해서, 제 1커버(140A) 및 제 2커버(140B)는 투명할 것 같이 기재되어 있지만, 이것들의 커버의 일부 또는 전부는 불투명한 재료로 형성되어 있어도 좋다.
- [0110] 제 2암(120)의 움직임에서 분명하게 나타나 있는 것과 같이, 제 1커버(140A)의 만곡면은 제 3관절(30)의 궤적의 일부(호를 그리는 궤적부분)에 정합하는 것 같은 형상을 갖고 있다. 이 때문에 직교하는 평탄면에 의해 제 1커버(140A)를 구성할 경우를 비교하면, 제 1커버(140A)로부터 제 3관절(30)까지의 간극을 저감할 수 있다.
- [0111] 이렇게 만곡한 케이스를 채용함으로써 공간에 여유부분이 생기기 때문에, 제 1커버(140A)의 외측에 도면에 나타내지 않는 디스플레이 및 주사 패널 등을 배치해서 공간을 유효하게 활용하는 것도 가능하게 된다.
- [0112] 또한 도 21로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 개시의 다관절 로봇(100)에 의하면 종래의 다관절 로봇에서는 실현할 수 없었던 컴팩트한 공간의 내부에서 반송 동작이 실현될 수 있다.
- [0113] (산업상의 이용 가능성)
- [0114] 본 개시의 다관절 로봇은 워크의 반송, 부품의 조립, 도장 등의 작업을 컴팩트한 공간 내에서 실행하는 것이 요구되는 각종 분야에서 적합하게 이용될 수 있다.

부호의 설명

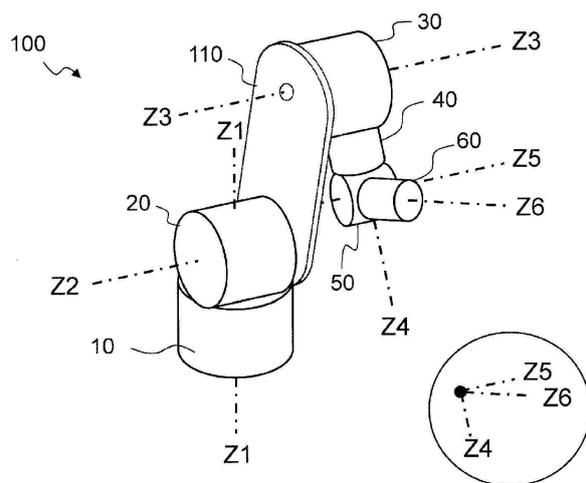
- [0115] 10 ···· 요부, 20 ···· 제 2관절, 30 ···· 제 3관절, 40 ···· 제 4관절, 50 ···· 제 5관절, 60 ···· 제 6관절, 100 ···· 다관절 로봇, 110 ···· 제 1암, 120 ···· 제 2암, 200 ···· 컨트롤러

도면

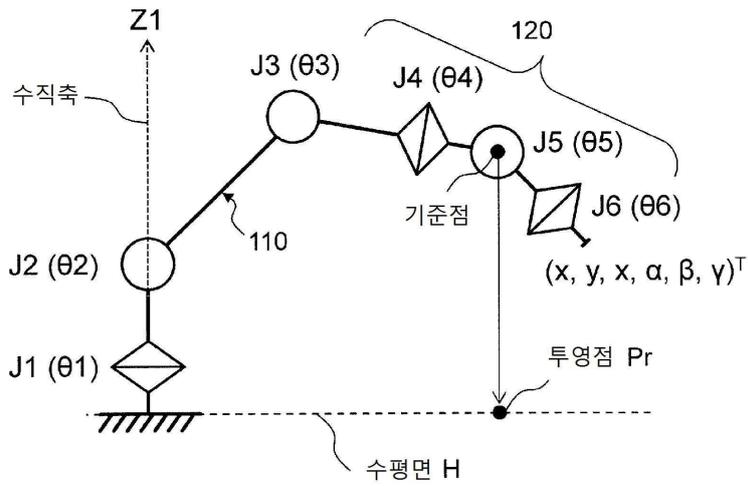
도면1



도면2

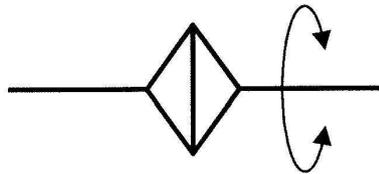


도면3



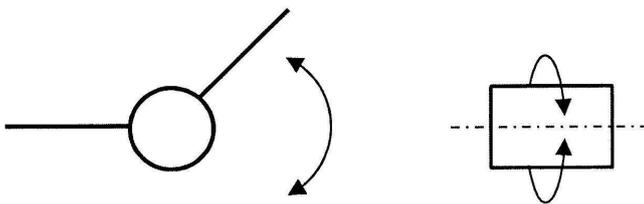
도면4

롤 관절 (R)

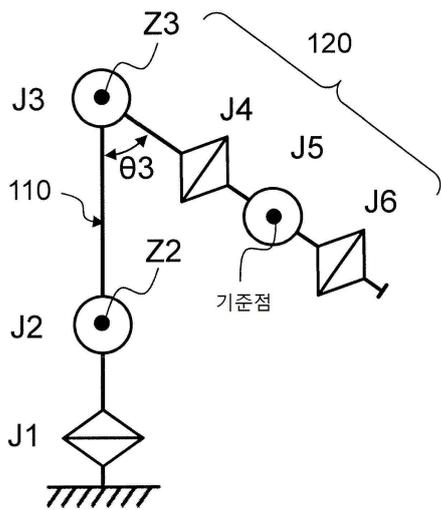


도면5

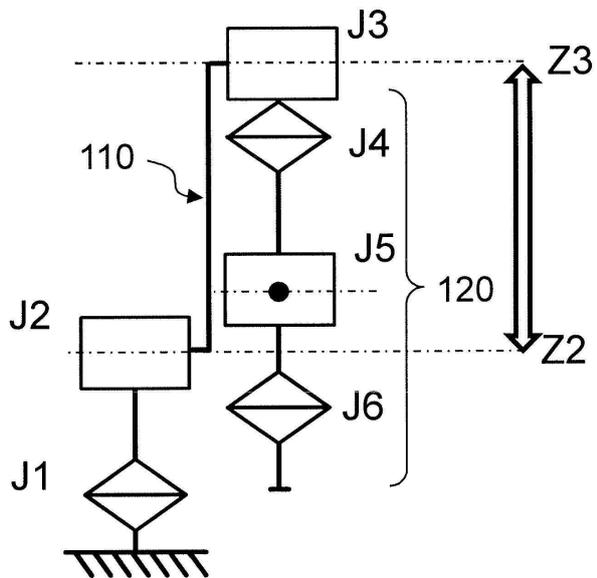
피치 관절 (P)



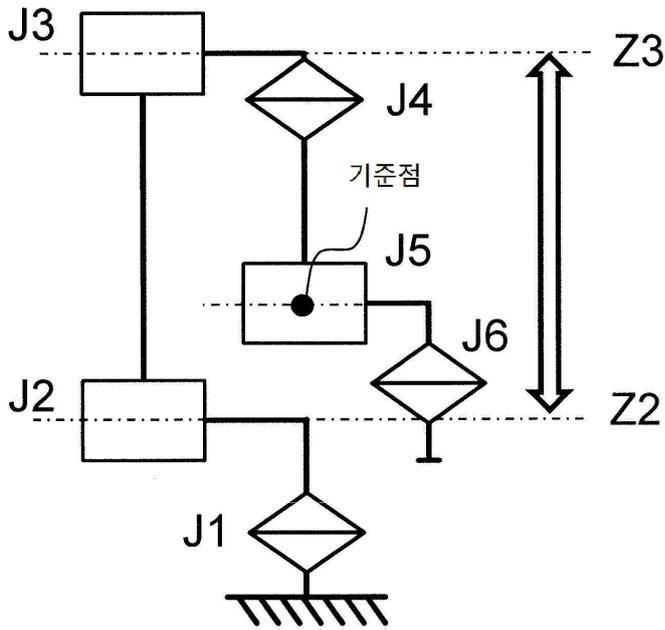
도면6



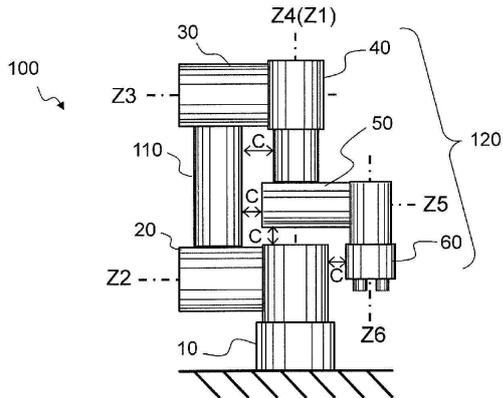
도면7



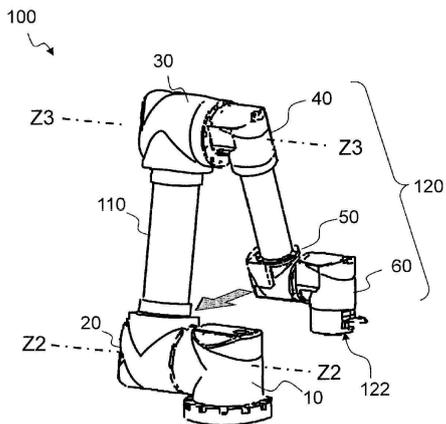
도면10



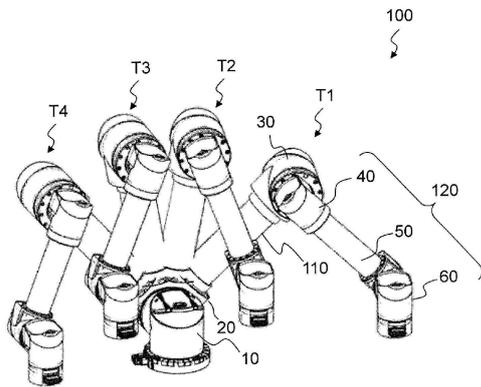
도면11



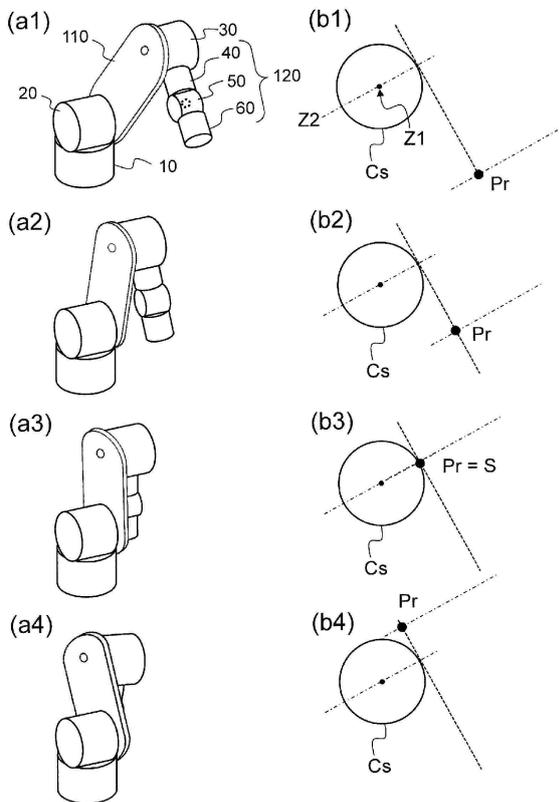
도면12a



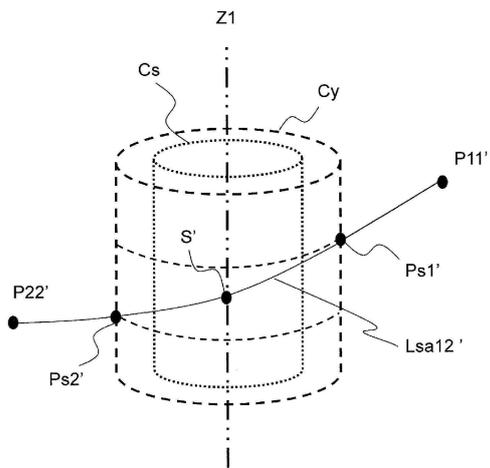
도면12b



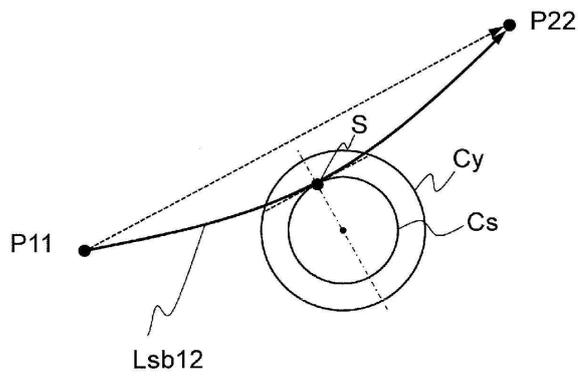
도면13



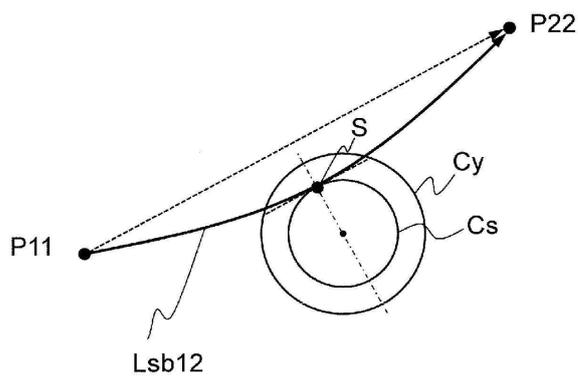
도면17



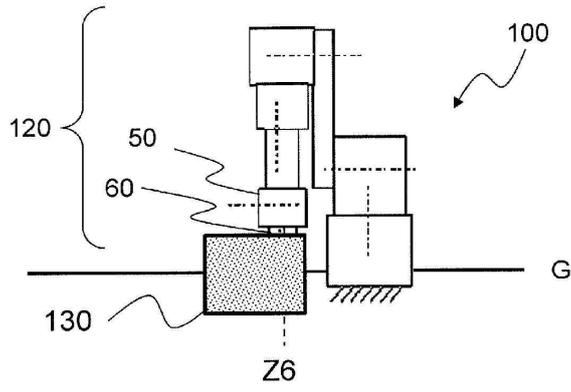
도면18



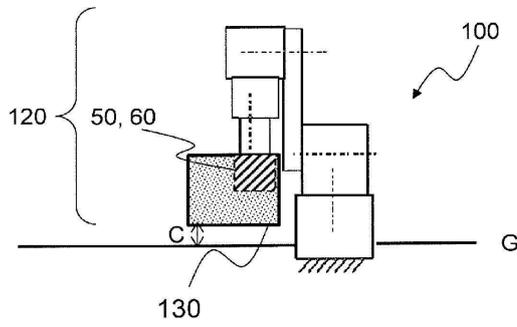
도면19



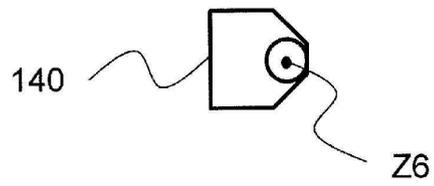
도면20a



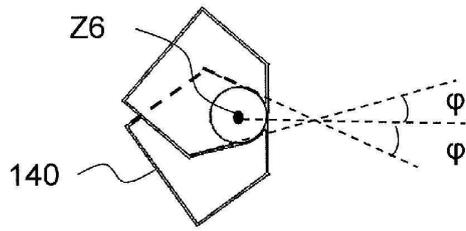
도면20b



도면20c



도면20d



도면21

