



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0091705
(43) 공개일자 2017년08월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 19/06 (2006.01) B25J 11/00 (2006.01)
B25J 15/08 (2006.01) B25J 9/16 (2006.01)
H01L 21/677 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B25J 19/063 (2013.01)
B25J 11/0095 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7018115
(22) 출원일자(국제) 2014년12월22일
심사청구일자 2017년06월30일
(85) 번역문제출일자 2017년06월30일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/006394
(87) 국제공개번호 WO 2016/103292
국제공개일자 2016년06월30일

(71) 출원인
카와사키 주코교 카부시키 카이샤
일본국 고베 추오-쿠 히가시카와사키-초 3초메 1-1
(72) 발명자
나카야, 아츠시
일본국 효고 673-8666 아카시-시 카와사키-초 1-1
카와사키 주코교 카부시키 카이샤 사내
오카다, 히로유키
일본국 효고 673-8666 아카시-시 카와사키-초 1-1
카와사키 주코교 카부시키 카이샤 사내
요시다, 마사야
일본국 효고 673-8666 아카시-시 카와사키-초 1-1
카와사키 주코교 카부시키 카이샤 사내
(74) 대리인
김영철, 김 순 영

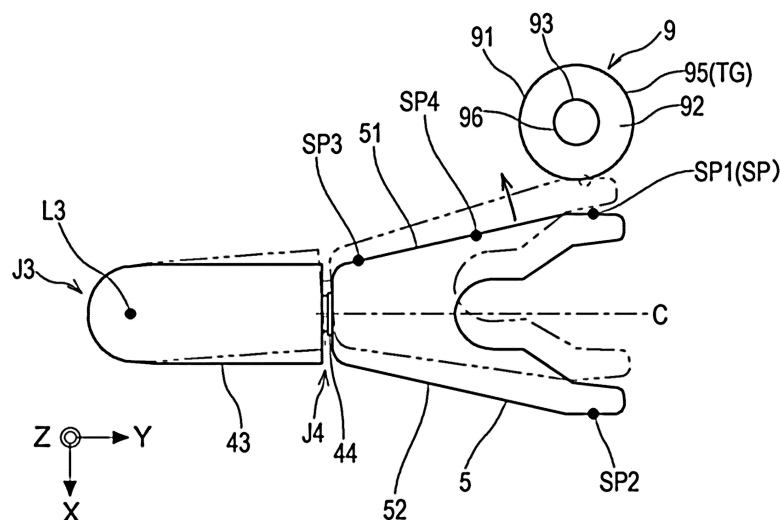
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 로봇 시스템 및 엔드 이펙터의 변형 검출 방법

(57) 요약

로봇 시스템은, 선단부에 소정 방향으로 연장되는 회동축을 중심으로 하여 회동이 자유로운 손목을 가지는 로봇 암과, 손목에 장착된 엔드 이펙터와, 엔드 이펙터의 소정의 검출부위가 도달할 목표부위를 가지는 타깃 핀을 이용하여 해당 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 변형검출장치를 구비하고 있다. 목표부위는, 검출부위가 해당 목표 부위에 도달하였음을 나타내는 표시기능을 가지고 있다. 변형검출장치는, 검출부위를 타깃 핀에 접촉시키도록 로봇 암을 제어하여 목표부위를 탐색하고, 목표부위의 표시기능에 의거하여 검출부위가 목표부위에 도달한 것을 검출하는 탐색부와, 검출부위가 목표부위에 도달했을 때의 검출부위의 상정위치와 소정의 참조위치를 비교하여, 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 변형 검출부를 구비하고 있다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

B25J 15/08 (2013.01)

B25J 9/1674 (2013.01)

B25J 9/1692 (2013.01)

H01L 21/67742 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

선단부에 소정 방향으로 연장되는 회동축을 중심으로 하여 회동이 자유로운 손목을 가지는 로봇 암과, 상기 손목에 장착된 엔드 이펙터와, 상기 엔드 이펙터의 소정의 검출부위가 도달할 목표부위를 가지는 타깃 핀을 이용하여 해당 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 변형검출장치를 구비한 로봇 시스템으로서,

상기 목표부위는, 상기 검출부위가 해당 목표부위에 도달한 것을 나타내는 표시기능을 가지고 있으며,

상기 변형검출장치가,

상기 검출부위를 상기 타깃 핀에 접촉시키도록 상기 로봇 암을 제어하여 상기 목표부위를 탐색하고, 상기 표시기능에 의거하여 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달한 것을 검출하는 탐색부와,

상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 상기 검출부위의 상정위치와 소정의 참조위치를 비교하여, 상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 변형 검출부를 구비하는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 목표부위는, 상기 표시기능을 발휘하기 위해, 상기 엔드 이펙터를 상기 타깃 핀에 접촉시키면서 상기 타깃 핀을 따라서 상기 소정 방향으로 이동시킨 경우에, 상기 타깃 핀에 대한 상기 엔드 이펙터의 접촉 위치가 국부적으로 변화하는 형상으로 형성되어 있으며,

상기 변형검출장치가, 상기 검출부위를 상기 타깃 핀에 접촉시키면서 상기 타깃 핀을 따라서 상기 소정 방향으로 이동시키도록 상기 로봇 암을 제어하여 상기 목표부위를 탐색하고, 상기 타깃 핀에 대한 상기 검출부위의 접촉 위치의 국부적 변화에 의거하여 해당 검출부위가 상기 목표부위에 도달한 것을 검출하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 타깃 핀은, 해당 타깃 핀에 대한 상기 엔드 이펙터의 접촉 위치가 국부적으로 변화하는 형상으로서, 지름이 일정한 동일 지름부와 지름이 변화하는 변화 지름부를, 상기 소정 방향으로 연속하여 가지고, 상기 동일 지름부와 상기 변화 지름부의 경계가 상기 목표부위를 구성하고 있으며,

상기 변형검출장치가, 상기 엔드 이펙터를 상기 회동축 주위로 요동시켜서 상기 검출부위가 상기 타깃 핀에 접촉했을 때의 상기 검출부위의 위치정보를 취득하는 것을, 상기 엔드 이펙터를 상기 동일 지름부로부터 상기 변화 지름부를 향해서 상기 소정 방향으로 변위 시킨 복수 개소에서 수행하여 상기 목표부위를 탐색하고, 취득한 복수의 상기 위치정보로부터 도출되는 상기 회동축 주위의 각변위에 의거하여 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달한 것을 검출하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 변형검출장치가, 상기 변형 검출부에서 상기 엔드 이펙터의 변형이 검출되었을 때, 상기 변형이 상기 로봇 암의 위치 및 자세 중 적어도 어느 한쪽의 조정으로 보정이 가능한지를 판단하고, 보정이 가능한 경우에 상기 변형을 보정 하는 변형 보정부를 더 가지는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 참조위치가, 상기 변형검출장치에 의해서, 상기 엔드 이펙터의 상기 검출부위와 서로 다른 참조부위를 상기 타깃 핀에 접촉시키도록 상기 로봇 암을 제어하여 상기 목표부위를 탐색하고, 상기 표시기능에 의거하여 상기 참조부위가 상기 목표부위에 도달한 것이 검출된 때의, 상기 참조부위의 상정위치인 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 엔드 이펙터의 변형이 상기 엔드 이펙터의 비틀림 변형이고,

상기 검출부위와 상기 참조부위가, 상기 엔드 이펙터의 선단부에서 상기 엔드 이펙터의 중심선을 사이에 두고 한쪽과 다른 쪽에 규정되어 있으며,

상기 변형검출장치는, 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 해당 검출부위의 상기 소정 방향의 상정 위치와, 상기 참조부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 해당 참조부위의 상기 소정 방향의 상정위치를 비교하여, 상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 엔드 이펙터의 변형이 상기 엔드 이펙터의 휨 변형이고,

상기 검출부위와 상기 참조부위 중 어느 한쪽이 상기 엔드 이펙터의 선단부에 규정되고, 다른 쪽이 상기 엔드 이펙터의 뿌리부에 규정되어 있으며,

상기 변형검출장치는, 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 해당 검출부위의 상기 소정 방향의 상정 위치와, 상기 참조부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 해당 참조부위의 상기 소정 방향의 상정위치를 비교하여, 상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 엔드 이펙터의 변형이 상기 엔드 이펙터의 회전 변형이고,

상기 검출부위와 상기 참조부위 중 어느 한쪽이 상기 엔드 이펙터의 뿌리부에 규정되고, 다른 쪽이 상기 엔드 이펙터의 선단부 또는 뿌리부와 선단부 사이에 규정되어 있으며,

상기 변형검출장치는, 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 해당 검출부위의 상기 소정 방향과 직교하는 평면 내의 상정위치와, 상기 참조부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 해당 참조부위의 상기 소정 방향과 직교하는 평면 내의 상정위치를 비교하여, 상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는, 로봇 시스템.

청구항 9

제1 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 참조위치가, 상기 변형검출장치에 의해서, 상기 엔드 이펙터의 미변형의 상기 검출부위를 상기 타깃 핀에 접촉시키도록 상기 로봇 암을 제어하여 상기 목표부위를 탐색하고, 상기 표시기능에 의거하여 미변형의 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달한 것이 검출된 때의, 미변형의 상기 검출부위의 상정위치인 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 10

선단부에 소정 방향으로 연장되는 회동축을 중심으로 하여 회동이 자유로운 손목을 가지는 로봇 암과, 상기 손목에 장착된 엔드 이펙터와, 변형검출장치를 구비한 로봇 시스템에서,

상기 엔드 이펙터의 소정의 검출부위가 도달할 목표부위로서, 상기 검출부위가 해당 목표부위에 도달한 것을 나타내는 표시기능을 가지는 목표부위를 구비한 타깃 핀을 이용하여 상기 변형검출장치가 상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 방법으로서,

상기 검출부위를 상기 타깃 핀에 접촉시키도록 상기 로봇 암을 제어하여 상기 목표부위를 탐색하는 것과,

상기 표시기능에 의거하여, 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달한 것을 검출하는 것과,

상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 상기 검출부위의 상정위치와 소정의 참조위치를 비교하여, 상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 엔드 이펙터의 변형 검출 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 목표부위는, 상기 표시기능을 발휘하기 위해, 상기 엔드 이펙터를 상기 타깃 핀에 접촉시키면서 상기 타깃 핀을 따라서 상기 소정 방향으로 이동시킨 경우에, 상기 타깃 핀에 대한 상기 엔드 이펙터의 접촉 위치가 국부적으로 변화하는 형상으로 형성되어 있으며,

상기 목표부위를 탐색하는 것이, 상기 검출부위를 상기 타깃 핀에 접촉시키면서 상기 타깃 핀을 따라서 상기 소정 방향으로 이동시키도록 상기 로봇 암을 제어하여 상기 목표부위를 탐색하는 것을 포함하고,

상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달한 것을 검출하는 것이, 상기 타깃 핀에 대한 상기 검출부위의 접촉위치의 국부적 변화에 의거하여 해당 검출부위가 상기 목표부위에 도달한 것을 검출하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 엔드 이펙터의 변형 검출 방법.

청구항 12

제10항 또는 제11항에 있어서,

상기 타깃 핀은, 상기 타깃 핀에 대한 상기 엔드 이펙터의 접촉 위치가 국부적으로 변화하는 형상으로서, 지름이 일정한 동일 지름부와 지름이 변화하는 변화 지름부를 상기 소정 방향으로 연속하여 가지고, 상기 동일 지름부와 상기 변화 지름부의 경계가 상기 목표부위를 구성하고 있으며,

상기 목표부위를 탐색하는 것이, 상기 엔드 이펙터를 상기 회동축 주위로 요동시켜서 상기 검출부위가 상기 타깃 핀에 접촉했을 때의 상기 검출부위의 위치정보를 취득하는 것을, 상기 엔드 이펙터를 상기 동일 지름부로부터 상기 변화 지름부를 향해서 상기 소정 방향으로 변위 시킨 복수의 개소에서 수행하여 상기 목표부위를 탐색하는 것을 포함하고,

상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달한 것을 검출하는 것이, 취득한 복수의 상기 위치정보로부터 도출되는 상기 회동축 주위의 상기 각변위에 의거하여 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달한 것을 검출하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 엔드 이펙터 변형 검출 방법.

청구항 13

제10항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 변형검출장치가, 상기 엔드 이펙터의 변형이 검출된 때에, 상기 변형이 상기 로봇 암의 위치 및 자세 중 적어도 어느 한쪽의 조정으로 보정이 가능한지를 판단하고, 보정이 가능한 경우에 상기 변형을 보정 하는 것을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 엔드 이펙터의 변형 검출 방법.

청구항 14

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 참조위치가, 상기 엔드 이펙터의 상기 검출부위와 서로 다른 참조부위를 상기 타깃 핀에 접촉시켜서 상기 목표부위를 탐색하고, 상기 목표부위의 상기 표시기능에 의거하여 상기 참조부위가 상기 목표부위에 도달한 것을 검출했을 때의 상기 참조부위의 상정위치인 것을 특징으로 하는 엔드 이펙터의 변형 검출 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 엔드 이펙터의 변형이 상기 엔드 이펙터의 비틀림 변형이고,

상기 검출부위와 상기 참조부위가, 상기 엔드 이펙터의 선단부에서 상기 엔드 이펙터의 중심선을 사이에 두고

한쪽과 다른 쪽에 규정되어 있으며,

상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 것이, 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 해당 검출부위의 상기 소정 방향의 상정위치와, 상기 참조부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 해당 참조부위의 상기 소정 방향의 상정위치와 비교하여, 상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 엔드 이펙터 변형 검출 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 엔드 이펙터의 변형이 상기 엔드 이펙터의 휨 변형이고,

상기 검출부위와 상기 참조부위 중 어느 한쪽이 상기 엔드 이펙터의 선단부에 규정되고, 다른 쪽이 상기 엔드 이펙터의 뿌리부에 규정되어 있으며,

상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 것이, 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 해당 검출부위의 상기 소정 방향의 상정위치와, 상기 참조부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 해당 참조부위의 상기 소정 방향의 상정위치와 비교하여, 상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 엔드 이펙터 변형 검출 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 엔드 이펙터의 변형이 상기 엔드 이펙터의 회전 변형이고,

상기 검출부위와 상기 참조부위 중 어느 한쪽이 상기 엔드 이펙터의 뿌리부에 규정되고, 다른 쪽이 상기 엔드 이펙터의 선단부 또는 뿌리부와 선단부 사이에 규정되어 있으며,

상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 것이, 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 해당 검출부위의 상기 소정 방향과 직교하는 평면 내의 상정위치와, 상기 참조부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 해당 참조부위의 상기 소정 방향과 직교하는 평면 내의 상정위치를 비교하여, 상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 엔드 이펙터의 변형 검출 방법.

청구항 18

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 참조위치가, 상기 엔드 이펙터의 미변형의 상기 검출부위를 상기 타깃 핀에 접촉시켜서 상기 목표부위를 탐색하고, 상기 목표부위의 상기 표시기능에 의거하여 미변형의 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달한 것을 검출했을 때의 미변형의 상기 검출부위의 상기 소정 방향의 상정위치인 것을 특징으로 하는 엔드 이펙터의 변형 검출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 엔드 이펙터의 변형 검출 방법 및 그것을 실현하는 로봇 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 반도체 디바이스의 기관 재료인 웨이퍼를 반송하기 위하여, 로봇 암의 선단에 포크 형상의 엔드 이펙터를 구비한 웨이퍼 반송 로봇이 사용되고 있다. 이 엔드 이펙터는, 박판 형태의 로봇 핸드로서, 엔드 이펙터의 뿌리부는 로봇 암(arm)의 손목에 외팔보 형태로 지지 되어 있다. 그 때문에, 엔드 이펙터의 자중이나 적재되는 기관의 무게에 의해서 엔드 이펙터에 휨이 생길 수가 있다.

[0003] 또한, 특히 웨이퍼 반송 로봇에서는, 엔드 이펙터의 작업 공간이 좁고 한정되어 있을 수 있고, 엔드 이펙터가 다른 물체와 간섭을 일으킬 수가 있다. 또한, 예를 들면, 기어의 백 래시, 벨트의 늘어남, 기어 이빨의 튀어오름(tooth jumping) 등의 기계적 트러블이 로봇 암이나 엔드 이펙터에 생길 수가 있다. 이러한 원인에 의해 엔드

이펙터에 진동이나 충격이 가해지면, 엔드 이펙터의 수준(水準) 위치 편차나 왜곡이 생길 수 있다.

- [0004] 상기와 같이 변형된 엔드 이펙터는 웨이퍼를 확실하게 반송하지 못할 우려가 있다. 그 때문에, 반송 작업을 시작하기 전에 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 것이 바람직하다. 종래는, 작업자에 의해서, 장치의 해체에 동반하여 엔드 이펙터의 변형 검출 작업이 정기적으로 이루어지고 있었지만, 최근에는 엔드 이펙터의 변형을 자동으로 검출하는 다양한 기술이 제안되어 있다.
- [0005] 예를 들어, 특허문헌 1에는, 로봇 핸드의 선단부에 설치되어 상기 로봇 핸드의 연장 방향과 평행하게 광선을 조사하는 조사부와, 광선을 수광 하여 수광위치와 기준위치의 차이를 검출하는 편차량 검출부를 구비한 기관 반송 장치가 제시되어 있다.
- [0006] 예를 들어, 특허문헌 2에는, 로봇 핸드에 4개의 거리 측정 센서를 설치하고, 이 거리 측정 센서에 의해 측정된 정반(定盤) 표면과의 사이 거리를 기준 크기와 비교하는 것에 의해 구해진 평행도에 의거하여, 로봇 핸드의 왜곡을 구하도록 구성된 로봇이 제시되어 있다.
- [0007] 또한, 예를 들어, 특허문헌 3에는, 기준 좌표에 있는 로봇 핸드의 선단부의 바로 옆에 배치된 광센서에서, 로봇 핸드로 검출 광을 조사함과 더불어 수광 하여, 광센서의 출력에 이상이 있을 경우에 핸드가 변형하고 있다고 간주하여 로봇의 동작을 정지시키도록 구성된 로봇이 제시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 국제공개 W02009/072199호
(특허문헌 0002) 일본 특개2010-1888437호 공보
(특허문헌 0003) 일본 특개평11-179692호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 상기 특허 문헌 1 ~ 3의 기술에서는, 엔드 이펙터의 변형을 검출하기 위하여 전용(즉, 그것 이외에 용도가 없는)의 복수의 비접촉식 센서가 설치되어 있다. 이러한 기술에서는, 다수의 센서가 필요하기 때문에, 센서의 배선이나 유지보수가 번잡해진다.
- [0010] 따라서, 본 발명은, 종래 구조의 로봇 암을 이용하여 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 기술로서, 전용의 비접촉식 센서를 이용하지 않는 것을 제안한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 한 형태에 따른 로봇 시스템은, 선단부에 소정 방향으로 연장되는 회동축을 중심으로 회동이 자유로운 손목을 가지는 로봇 암과, 상기 손목에 장착된 엔드 이펙터와, 상기 엔드 이펙터의 소정의 검출부위가 도달할 목표부위를 가지는 타깃 핀을 이용하여 해당 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 변형검출장치를 구비한 로봇 시스템으로서,
- [0012] 상기 목표부위는, 상기 검출부위가 해당 목표부위에 도달한 것을 나타내는 표시기능을 가지고 있으며,
- [0013] 상기 변형검출장치가,
- [0014] 상기 검출부위를 상기 타깃 핀에 접촉시키도록 상기 로봇 암을 제어하여 상기 목표부위를 탐색하고, 상기 표시기능에 의거하여 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달한 것을 검출하는 탐색부와,
- [0015] 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 상기 검출부위의 상정위치와 소정의 참조위치를 비교하여, 상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 변형 검출부를 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 본 발명의 다른 형태에 따른 엔드 이펙터의 변형 검출 방법은,
- [0017] 선단부에 소정 방향으로 연장되는 회동축을 중심으로 회동이 자유로운 손목을 가지는 로봇 암과, 상기 손목에

장착된 엔드 이펙터와, 변형검출장치를 구비한 로봇 시스템에서, 상기 엔드 이펙터의 소정의 검출부위가 도달할 목표부위가 마련된 타깃 핀을 이용하여 상기 변형검출장치가 상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 방법으로서,

- [0018] 상기 검출부위를 상기 타깃 핀에 접촉시키도록 상기 로봇 암을 제어하여 상기 목표부위를 탐색하는 것과,
- [0019] 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달한 것을 나타내는 해당 목표부위 표시기능에 의거하여, 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달한 것을 검출하는 것과,
- [0020] 상기 검출부위가 상기 목표부위에 도달했을 때의 상기 검출부위의 상정위치와 소정의 참조위치를 비교하여, 상기 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 것,
- [0021] 을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명에 의하면, 타깃 핀과 종래 구조의 로봇 암을 이용하여 엔드 이펙터의 변형을 검출할 수가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 로봇 시스템의 개략 구성을 나타내는 평면도이다.
- 도 2는, 도 1에 도시된 로봇 시스템의 개략 구성을 나타내는 측면도이다.
- 도 3은, 도 1에 도시된 로봇 시스템의 제어시스템의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 4는 일 실시형태에 따른 타깃 핀의 측면도이다.
- 도 5는 탐색처리 시의 타깃 핀과 엔드 이펙터의 상태를 나타내는 평면도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시형태에 따른 엔드 이펙터의 변형 검출 처리의 흐름도이다.
- 도 7은 탐색처리의 흐름도이다.
- 도 8은 변형의 평가처리의 흐름도이다.
- 도 9는 본 발명의 다른 실시형태에 따른 타깃 핀의 측면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 다음으로, 도면을 참조하여 본 발명의 실시형태를 설명한다. 이하에서는, 본 발명을 원형 평판 형태의 웨이퍼를 반송하기 위한 웨이퍼 반송 로봇 시스템에 적용시켜서 설명한다. 다만, 본 발명을 적용할 수 있는 로봇 시스템은 웨이퍼 반송 로봇 시스템에 한정되지 않는다. 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 로봇 시스템(1)의 개략 구성을 나타내는 평면도, 도 2는 도 1에 도시된 로봇 시스템(1)의 개략 구성을 나타내는 측면도, 도 3은 도 1에 도시된 로봇 시스템(1)의 제어시스템의 구성을 나타내는 도면이다. 본 명세서 및 청구 범위에서는, 어느 한 수평 방향을 'X' 방향, 'X' 방향과 대략 직교하는 수평 방향을 'Y' 방향, 연직 방향을 'Z' 방향이라고 한다.
- [0025] 도 1 및 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시형태에 따른 로봇 시스템(1)은, 로봇 암(4)과, 로봇 암(4)의 손끝부에 장착된 엔드 이펙터의 일레인 로봇 핸드(5)(이하, 간략히 '핸드(5)'라고 한다)와, 로봇 암(4)의 동작을 제어하는 제어 장치(6)와, 핸드(5)의 변형을 검출하는 변형검출장치(8)를 구비하고 있다. 또한, 로봇 시스템(1)에 의한 핸드(5)의 변형검출에는, 목표부위(TG)를 가지는 타깃 핀(9)이 이용된다. 이하, 로봇 시스템(1)의 각 구성요소에 대해서 상세하게 설명한다.
- [0026] 먼저, 로봇 암(4)에 대하여 설명한다. 본 실시형태에 따른 로봇 암(4)은, 기대(21)에 지지된 수평 다관절형 로봇으로 구성되어 있다. 단, 로봇 암(4)은 수평 다관절형 로봇에 한정되지 않고, 수직 다관절형 로봇이어도 좋다.
- [0027] 로봇 암(4)은, 기대(21)에 세워 설치된 승강축(40)과, 승강축(40)과 제1 관절(J1)을 통해 연결된 제1 링크(41)와, 제1 링크(41)의 선단부와 제2 관절(J2)을 통해 연결된 제2 링크(42)와, 제2 링크(42)의 선단부와 제3 관절(J3)을 통해 연결된 제3 링크(43)와, 제3 링크(43)의 선단부와 제4 관절(J4)을 통해 연결된 제4 링크(44)를 구비하고 있다. 제1 관절(J1)의 회동축인 제1 축(L1), 제2 관절(J2)의 회동축인 제2 축(L2), 및 제3 관절(J3)의 회동축인 제3 축(L3)의 각 축의 연장 방향은 'Z' 방향이다. 또한, 제4 관절(J4)의 회동축인 제4 축(L4)은, 제3 링크(43)를 그 연장 방향으로 관통하고 'Z' 방향과 대략 직교하고 있다.

- [0028] 상기 구성의 로봇 암(4)에서, 제3 관절(J3), 제3 링크(43), 제4 관절(J4) 및 제4 링크(44)의 상호 결합체에 의해서 손목이 형성되어 있다. 제4 링크(44)에는 기계적인 인터페이스가 설치되어 있고, 여기에 핸드(5)가 착탈 가능하게 장착되어 있다. 본 실시형태에 따른 엔드 이펙터인 핸드(5)는, 원형 평판 형태의 웨이퍼(W)를 얹어놓기 위한 포크형 평판을 가지는 로봇 핸드이다. 이 핸드(5)에는, 도시되지 않았지만, 포크형 평판 위에 얹힌 웨이퍼(W)를 파지하기 위한 파지 조(爪) 및 그 구동기구가 설치되어 있다.
- [0029] 승강축(40)은, 승강 구동장치(60)에 의해, 'Z' 방향으로 승강 또는 신축하도록 구동된다. 승강 구동장치(60)는, 서보 모터(M0), 위치 검출기(E0) 및 서보 모터(M0)의 동력을 승강축(40)으로 전달하는 동력전달기구(D0) 등에 의해 구성되어 있다.
- [0030] 제1 ~ 제4 관절(J1 ~ J4)에는, 각 관절(J1 ~ J4)을 그 회동축 주위로 회전시키는 제1 ~ 제4 관절 구동장치(61 ~ 64)가 설치되어 있다. 관절 구동장치(61 ~ 64)는, 서보 모터(M1 ~ M4), 위치 검출기(E1 ~ E4), 그리고 서보 모터(M1 ~ M4)의 동력을 대응하는 링크에 전달하는 동력전달기구(D1 ~ D4) 등에 의해 구성되어 있다. 상기 동력전달기구(D1 ~ D4)는, 예를 들면, 감속기를 구비하는 기어 동력전달기구이다. 상기 각각의 위치 검출기(E0 ~ E4)는, 예를 들면, 로터리 인코더로 구성되어 있다. 각 서보 모터(M0 ~ M4)는 서로 독립하여 구동하는 것이 가능하다. 그리고 상기 각각의 서보 모터(M0 ~ M4)가 구동되면, 상기 각각의 위치 검출기(E0 ~ E4)에 의해서 상기 각각의 서보 모터(M0 ~ M4)의 출력축의 회전 위치의 검출이 수행된다.
- [0031] 로봇 암(4)은, 제어 장치(6)에 의해 그 동작이 제어된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 제어 장치(6)는, 컨트롤러(30)와, 서보 모터(M0 ~ M4)와 대응한 서보 앰프(A0 ~ A4)를 구비하고 있다. 제어 장치(6)에서는, 로봇 암(4)의 손목에 장착된 핸드(5)를 임의의 포즈(pose, 공간에서의 위치 및 자세)로 임의의 경로를 따라서 이동시키는 서보 제어가 수행된다.
- [0032] 컨트롤러(30)는, 이른바 '컴퓨터'로서, 예를 들면, 마이크로 컨트롤러, CPU, MPU, PLC, DSP, ASIC 또는 FPGA 등의 연산 처리부와, ROM, RAM 등의 기억부를 가지고 있다(모두 도시되지 않음). 기억부에는, 연산 처리부가 실행할 프로그램, 각종 고정 데이터 등이 기억되어 있다. 또한, 기억부에는, 로봇 암(4)의 동작을 제어하기 위한 교시점(敎示点) 데이터, 로봇 핸드(5)의 형상·치수에 관한 데이터, 로봇 핸드(5)에 지지된 웨이퍼(W)의 형상·치수에 관한 데이터 등이 저장되어 있다. 컨트롤러(30)에서는, 기억부에 기억된 프로그램 등의 소프트웨어를 연산 처리부가 독출하여 실행하는 것에 의해, 로봇 시스템(1)의 동작을 제어하기 위한 처리(process)가 수행된다. 또한, 컨트롤러(30)는 단일 컴퓨터에 의한 집중 제어에 의해 각 처리를 실행하여도 좋고, 복수의 컴퓨터의 협동에 의한 분산 제어에 의해 각 처리를 실행하여도 좋다.
- [0033] 컨트롤러(30)는, 위치 검출기(E0 ~ E4) 각각에서 검출된 회전 위치에 대응하는 핸드(5)의 포즈와 기억부에 기억된 교시점 데이터에 의거하여, 소정의 제어시간 후의 목표자세를 연산한다. 컨트롤러(30)는, 소정의 제어시간 후에 핸드(5)가 목표자세가 되도록, 서보 앰프(A0 ~ A4)에 제어 지령(위치 지령)을 출력한다. 서보 앰프(A0 ~ A4)에서는, 제어 지령에 의거하여 각 서보 모터(M0 ~ M4)에 대해서 구동 전력을 공급한다. 이것에 의해, 핸드(5)를 원하는 포즈로 움직일 수가 있다.
- [0034] 이어서, 변형검출장치(8)에 대해 설명한다. 변형검출장치(8)는, 이른바 '컴퓨터'로서, 연산 처리부와 기억부를 가지고 있다(모두 도시하지 않음). 기억부에는, 연산 처리부가 실행할 프로그램, 각종 고정 데이터 등이 기억되어 있다. 또한, 기억부에는, 후술하는 초기 시작위치 등의 변형 검출 처리에 이용되는 교시점 데이터, 핸드(5)의 형상·치수나 후술하는 검출부위(SP)에 관한 데이터, 타깃 핀(9)의 형상·치수나 목표부위(TG)에 관한 데이터 등이 저장되어 있다. 변형검출장치(8)는, 제어 장치(6)와 정보의 송수신이 가능하게 접속되어 있다. 또한, 본 실시형태에서는, 로봇 암(4)의 제어 장치(6)와 변형검출장치(8)가 독립적인 연산 장치로서 설치되어 있으나, 제어 장치(6)가 변형검출장치(8)로서의 기능을 함께 갖추고 있어도 좋다.
- [0035] 상기 구성의 변형검출장치(8)는, 기억부에 기억된 프로그램 등의 소프트웨어를 연산 처리부가 독출하여 실행하는 것에 의해, 탐색부(81), 위치정보 격납부(82), 변형 검출부(83) 및 변형 보정부(84)로서의 기능을 수행할 수가 있다. 탐색부(81)는, 핸드(5)의 소정의 검출부위(SP)를 타깃 핀(9)에 접촉시키도록 로봇 암(4)을 제어하여 목표부위(TG)를 탐색하고, 목표부위(TG)의 표시(indication) 기능에 의거하여 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달하였음을 검출하는 처리를 수행한다. 위치정보 격납부(82)는, 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달했을 때의 검출부위(SP)의 위치정보(상정(想定) 위치)를 취득하여 기억하는 처리를 수행한다. 변형 검출부(83)는, 위치정보 격납부(82)에 기억된 'Z' 방향 위치정보와, 위치정보 격납부(82)에 미리 기억된 참조 위치정보를 독출하여 비교하고, 핸드(5)의 변형을 검출하는 처리를 수행한다. 변형 보정부(84)는, 변형 검출부(83)에서 핸드(5)의 변형이 검출되었을 때, 그 변형이 로봇 암(4)의 위치 및 자세 중 적어도 어느 한쪽의 조정으로 보정이 가능한지

를 판단하고, 보정이 가능한 경우에 변형을 보정하는 처리를 수행한다.

- [0036] 여기서, 상기 구성의 로봇 시스템(1)을 이용한 엔드 이펙터인 핸드(5)의 변형 검출 처리(변형 검출 방법)에 대해 설명한다. 또한, 변형 검출 처리는 변형검출장치(8)가 수행하며, 이하에서는, 특별히 명기하지 않지만, 변형 검출장치(8)에 의한 로봇 암(4)의 제어는 컨트롤러(30)(제어 장치(6))를 통해 수행된다.
- [0037] 핸드(5)의 변형 검출 처리를 시작하기에 즈음하여, 미리 타깃 핀(9)이 핸드(5)의 가동범위 내에 설치된다. 도 4는 일 실시형태에 따른 타깃 핀(9)의 측면도이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 일 실시형태에 따른 타깃 핀(9)은, 'Z' 방향으로 연장되는 기둥형 몸체로서, 전체적으로 연필 형상을 갖추고 있다. 타깃 핀(9)에는, 지름이 일정한 원기둥 형상의 제1 동일 지름부(91)와, 지름이 변화하는 원뿔대 형상의 변화 지름부(92)와, 지름이 일정한 원기둥 형상의 제2 동일 지름부(93)가 일체적으로 형성되어 있고, 제1 동일 지름부(91), 변화 지름부(92), 제2 동일 지름부(93)의 순서대로 'Z' 방향으로 늘어져 있다. 제1 동일 지름부(91)의 지름은 제2 동일 지름부(93)의 지름보다 크고, 제1 동일 지름부(91)와 제2 동일 지름부(93) 사이는 변화 지름부(92)에 의해서 지름이 점차 축소되면서 매끄럽게 이어져 있다. 또한, 타깃 핀(9)은, 제2 동일 지름부(93)가 생략된, 제1 동일 지름부(91) 및 변화 지름부(92)로 이루어지는 형상이어도 좋다.
- [0038] 상기 형상의 타깃 핀(9)은, 핸드(5)를 타깃 핀(9)의 표면에 접촉시키면서 타깃 핀(9)을 따라서 'Z' 방향으로 이동시킨 경우에, 타깃 핀(9)에 대한 핸드(5)의 접촉 위치가 국부적으로 변화하는 형상을 갖추고 있고, 이 형상 부위를 목표부위(TG)로 하고 있다. 이 목표부위(TG)는, 후술하는 핸드(5)의 검출부위가 목표부위(TG)에 도달했음을 나타내는 표시기능을 가지고 있다. 즉, 핸드(5)의 검출부위가 목표부위(TG)에 접촉하면, 핸드(5)의 검출부위가 목표부위(TG)에 도달한 것을 알게 되어 있다.
- [0039] 타깃 핀(9)의 제1 동일 지름부(91)와 변화 지름부(92) 사이에는 고리 모양의 경계선(95)이 존재하고, 변화 지름부(92)와 제2 동일 지름부(93) 사이에도 고리 모양의 경계선(96)이 존재한다. 이러한 경계선(95, 96)을 통하여, 타깃 핀(9)에 대한 핸드(5)의 접촉 위치가 X-Y 방향에서 국부적으로 변화한다. 그래서, 본 실시형태에서는, 타깃 핀(9)의 경계선(95, 96) 중 한쪽(경계선(95))을 목표부위(TG)로 하고 있다.
- [0040] 도 6은 본 발명의 일 실시형태에 따른 엔드 이펙터의 변형 검출 처리의 흐름도이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 변형 검출 처리가 시작되면, 변형검출장치(8)는 먼저 탐색 처리를 수행한다(단계 S1).
- [0041] 도 5는 탐색처리 시의 타깃 핀(9)과 로봇 핸드(5)의 상태를 나타내는 평면도이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 평판형 핸드(5)는, 'Z' 방향에서 바라볼 때, 뿌리 측이 한줄기이고 선단 측이 두 갈래로 갈라진 포크 형상으로서, 핸드 중심선(C)을 중심으로 하여 대칭인 외형 형상을 갖추고 있다. 이하, 설명의 편의를 위하여, 핸드(5)의 외형 형상을 형성하고 있는 상기 핸드(5)의 외주면 중, 핸드 중심선(C)을 사이에 두고 한쪽의 측면을 '제1 측면(51)' 이라고 하고, 다른 쪽의 측면을 '제2 측면(52)' 이라고 한다. 제1 검출부위(SP1)는, 핸드(5)의 선단 측의 제1 측면(51)에 규정되어 있다. 또한, 제2 검출부위(SP2)는, 핸드(5)의 선단 측의 제2 측면(52)에 규정되어 있다. 제1 검출부위(SP1)와 제2 검출부위(SP2)는, 핸드 중심선(C)을 사이에 두고 대칭인 위치에 배치되는 것이 바람직하다. 또한, 제1 검출부위(SP1)와 제2 검출부위(SP2)는, 핸드(5)의 허벅지 부분에 규정되어 있어도 좋다. 제3 검출부위(SP3)는, 핸드(5)의 뿌리 측의 제1 측면(51)에 규정되어 있다. 제4 검출부위(SP4)는, 제1 측면(51)에서 제1 검출부위(SP1)와 제3 검출부위(SP3) 사이에 규정되어 있다.
- [0042] 탐색 처리(단계 S1)에서는, 핸드(5)의 제1 ~ 4 검출부위(SP1 ~ SP4) 각각에 대해서 동일한 처리가 반복된다. 그래서, 핸드(5)의 제1 검출부위(SP1)를 검출부위(SP)라고 하였을 때의 탐색처리에 대해서 자세히 설명하고, 제2 ~ 4 검출부위(SP2 ~ SP4)를 검출부위(SP)라고 하였을 때의 탐색 처리의 상세한 설명을 생략한다.
- [0043] 도 7은 탐색 처리의 흐름도이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 탐색 처리가 시작되면, 변형검출장치(8)는, 핸드(5)의 검출부위(SP)가 미리 교시된 초기 시작 위치로 이동하도록, 로봇 암(4)을 제어한다(단계 S11). 초기 시작 위치는, 'Z' 방향 위치가 목표부위(TG)(경계선(95))보다 제1 동일 지름부(91) 쪽에 있고, X-Y 위치가 타깃 핀(9)의 제1 동일 지름부(91)의 표면으로부터 미소한 거리만큼 떨어진 곳에 있다. 이 초기 시작 위치로 검출부위(SP)가 이동했을 때, 원칙적으로, 핸드(5)는 타깃 핀(9)과 접촉하지 않는다.
- [0044] 다음으로, 변형검출장치(8)는, 제3 관절 구동장치(63)의 제어 루프 게인(gain)을 소정 값 이하로 낮춘다(단계 S12). 이 소정 값은, 웨이퍼(W)의 반송 동작 시의 제어 루프 게인보다 작은 값으로부터 선택된다. 제어 루프 게인에는, 위치 루프 게인과 속도 루프 게인이 포함된다. 제어 루프 게인을 낮춤으로써, 서보 제어 루프의 수정력(修正力)이 약해지고, 응답성이 늦어진다. 그 결과, 적은 미는 힘으로 핸드(5)를 타깃 핀(9)에 접촉시킬 수가 있다.

- [0045] 상기에서, 바람직하게는, 제3 관절 구동장치(63)의 제어 루프 계인을 실질적으로 제로(zero)로 한다. 제3 관절 구동장치(63)의 제어 루프 계인을 '실질적으로 제로로 한다'란, 상기 제어 루프 계인을, 통상 작동의 서보 계인 으로부터 제로를 포함하는 작은 값으로 변경하여, 제3 관절 구동장치(63)에 대해 외력이 가해졌을 때, 즉, 핸드(5)와 타깃 핀(9)이 접촉했을 때의 접촉 반력을 극소화하여, 제3 관절 구동장치(63)의 서보 모터(M3)가, 이 접촉 반력에 대해서 실질적으로 저항하지 않고, 그 각도 위치가 실질적으로 자유롭게 변위 할 수 있는 상태로 만드는 것을 말한다. 제어 루프 계인을 끊어 제로로 만드는 경우도 여기에 포함된다.
- [0046] 상기의 제3 관절 구동장치(63)의 제어 루프 계인의 저하에 더하여, 구동 전류의 상한(즉, 구동 토크의 상한)을 감소시키는 것에 의해 핸드(5)의 타깃 핀(9)으로의 미는 힘을 낮추어도 좋다. 또한, 핸드(5)가 초기 시작 위치에 이르기 전에, 상기 제어 루프 계인의 줄이기나, 상기 구동 전류의 상한의 낮추기가 수행되어도 좋다.
- [0047] 이어서, 변형검출장치(8)는, 초기 시작 위치에서 이하에 설명하는 일련의 접촉 위치 취득 동작(단계 S13 ~ S15)을 수행하도록 로봇 암(4)을 제어한다. 일련의 접촉 위치 취득 동작에서, 먼저 핸드(5)가 수평으로 요동한다(단계 S13). 구체적으로는, 로봇 암(4)의 제3 관절(J3) 및 제4 관절(J4)을 움직이지 않고, 제1 관절(J1) 및 제2 관절(J2)을 동작시킴으로써, 핸드(5)를 미소한 진폭으로 요동시킨다(단계 S13).
- [0048] 핸드(5)가 요동하면, 핸드(5)의 검출부위(SP)가 타깃 핀(9)에 접촉한다. 핸드(5)가 타깃 핀(9)에 접촉하면, 제3 관절 구동장치(63)의 제어 루프 계인이 실질적으로 제로로 되어 있기 때문에, 핸드(5)가 제3 축(L3) 주위로 각 변위 한다. 이 각변위가 동력전달기구(D3)를 통해 서보 모터(M3)에 전달되어, 이 서보 모터(M3)를 각변위 시킨다. 그래서, 서보 모터(M3)가 각변위를 시작한 것에 의거하여, 핸드(5)가 타깃 핀(9)에 접촉했다는 것이 검출된다.
- [0049] 그리고 변형검출장치(8)는, 핸드(5)가 타깃 핀(9)에 접촉한 것이 검출되면(단계 S14에서 '예'), 핸드(5)가 타깃 핀(9)에 접촉했을 때의 검출부위(SP)의 위치정보(접촉 위치 정보)를 취득한다(단계 S15). 접촉 위치 정보에는, 예를 들면, 로봇 암(4)의 손목 기준점(제3 축(L3) 상의 소정의 점)의 위치 및 손목의 방향이 포함된다. 로봇 암(4)의 손목 기준점의 위치정보는, 승강 구동장치(60), 제1 관절 구동장치(61), 제2 관절 구동장치(62)의 각각의 서보 모터(M0, M1, M2)의 각각의 위치 검출기(E0, E1, E2)로부터 취득할 수 있다. 로봇 암(4)의 손목의 방향에 관한 정보는, 제3 관절 구동장치(63), 제4 관절 구동장치(64)의 각각의 서보 모터(M3, M4)의 각각의 위치 검출기(E3, E4)로부터 얻을 수 있다.
- [0050] 이어서, 변형검출장치(8)는, 접촉 위치 취득 동작이 1회차이면(단계 S16에서 '예'), 핸드(5)의 검출부위(SP)를 '다음의 시작 위치'로 이동시키도록, 로봇 암(4)을 제어한다(단계 S20). 핸드(5)의 검출부위(SP)의 '다음의 시작 위치'는, 초기 시작 위치로부터 변화 지름부(92)를 향해서 'Z' 방향으로 미소한 소정 값만큼 이동시킨 곳에 존재한다. 그리고 변형검출장치(8)는, 다음의 시작 위치로부터 일련의 접촉 위치 취득 동작(단계 S13 ~ S15)을 수행하도록 로봇 암(4)을 제어한다.
- [0051] 단계 S16에서, 변형검출장치(8)는, 접촉 위치 취득 동작이 2회차 이후라면(단계 S16에서 '아니오'), 이번 회차의 접촉 위치 취득 동작에서 취득한 접촉 위치 정보와, 전회의 접촉 위치 취득 동작에서 취득한 접촉 위치 정보로부터, 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달했는지를 판단한다. 목표부위(TG)에서는, 타깃 핀(9)에 대한 핸드(5)의 접촉 위치가 X-Y 방향에서 국부적으로 변화한다. 그래서, 변형검출장치(8)는, 이번 회차에서 취득한 접촉 위치 정보와 이전 회차에서 취득한 접촉 위치 정보의 X-Y 방향의 국부적 변화에 의거하여, 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달했는지를 판단한다.
- [0052] 구체적으로는, 변형검출장치(8)는, 타깃 핀(9)에 대한 핸드(5)의 접촉 위치가 X-Y 방향에서 국부적으로 변화한 경우는(단계 S17에서 '예'), 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달했음을 검출하였다고 판정한다(단계 S18). 구체적으로는, 변형검출장치(8)는, 이번 회차에서 취득한 접촉 위치정보와 이전 회차에서 취득한 접촉 위치 정보로부터 도출되는 제3 축(L3) 주위의 각변위가 소정의 임계값을 초과하는 경우에, 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달했음을 검출하였다고 판정한다. 그리고 변형검출장치(8)는, 이번 회차에서 취득한 접촉 위치 정보를 목표부위(TG)의 위치정보로서 기억하고(단계 S19), 탐색 처리를 종료한다. 또한, 목표부위(TG)의 위치정보는, 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달했을 때의 검출부위(SP)의 상정위치이다.
- [0053] 한편, 변형검출장치(8)는, 타깃 핀(9)에 대한 핸드(5)의 접촉 위치가 X-Y 방향에서 국부적으로 변화하지 않는 경우(단계 S17에서 '아니오')는, 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달하지 않았다고 판정하고, 핸드(5)가 그 다음의 시작 위치로 이동하도록 로봇 암(4)을 제어한다(단계 S20). '그 다음의 시작 위치'는, 전술한 '다음의 시작 위치'로부터 변화 지름부(92)를 향해서 'Z' 방향으로 미소한 소정 값만큼 이동시킨 곳에 존재한다. 이와 같

이 하여, 변형검출장치(8)는, 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달했음을 검출할 때까지, 시작 위치를 변화 지름부(92)를 향해서 'Z' 방향으로 조금씩 이동시키면서 일련의 접촉 위치 취득 동작(단계 S13 ~ S15)을 반복하도록 로봇 암(4)을 제어한다.

[0054] 도 6의 흐름도로 다시 돌아가서, 변형검출장치(8)는, 상기 탐색처리에 의해서 핸드(5)의 제1 ~ 4 검출부위(SP1 ~ SP4) 각각에서 탐색 된 목표부위(TG)의 위치정보에 의거하여 핸드(5)의 변형을 평가한다(단계 S2 ~ S4). 본 실시형태에서는, 핸드(5)의 비틀림 변형, 휨 변형 및 회전 변형 각각에 대해서 변형이 평가된다. 변형검출장치(8)는 각각의 변형에 대해서 동일한 형태의 변형 평가 처리를 반복하므로, 이하에서는 핸드(5)의 비틀림 변형의 평가 처리에 대해 상세히 설명하고, 휨 변형 및 회전 변형의 평가 처리에 대해서는 상세한 설명을 생략한다.

[0055] 도 8은 변형의 평가처리의 흐름도이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 변형검출장치(8)는, 먼저, 변형을 검출하기 위하여 이용할 위치정보를 위치정보 격납부(82)로부터 독출 한다(단계 S21). 독출 할 위치정보에는, 취득한 목표부위(TG)의 위치정보와, 소정의 참조위치정보가 포함된다. 'Z' 방향 위치정보는, 예를 들면, 취득한 위치정보에 포함되는 로봇 암(4)의 손목 기준점의 'Z' 방향 위치정보여도 좋다.

[0056] 본 실시형태에서, 참조위치정보는, 핸드(5) 상의 상이한 검출부위(SP)(참조위치)에서 탐색 처리를 수행하는 것에 의해서 얻은 목표부위(TG)의 위치정보이다. 비틀림 변형을 검출하기 위해 이용되는 위치정보는, 제1 검출부위(SP1)에서 목표부위(TG)를 탐색하여 얻은 목표부위(TG)의 위치정보와, 제2 검출부위(SP2)에서 목표부위(TG)를 탐색하여 얻은 목표부위(TG)의 위치정보이다. 휨 변형을 검출하기 위해 이용되는 위치정보는, 제1 검출부위(SP1)에서 목표부위(TG)를 탐색하여 얻은 목표부위(TG)의 위치정보와, 제3 검출부위(SP3)에서 목표부위(TG)를 탐색하여 얻은 목표부위(TG)의 위치정보이다. 회전 변형을 검출하기 위해 이용되는 위치정보는, 제3 검출부위(SP3)에서 목표부위(TG)를 탐색하여 얻은 목표부위(TG)의 위치정보와, 제4 검출부위(SP4)에서 목표부위(TG)를 탐색하여 얻은 목표부위(TG)의 위치정보이다. 또한, 회전 변형을 검출할 경우는, 상기 제4 검출부위(SP4)에 대신하여 또는 더하여, 제1 검출부위(SP1)에서 목표부위(TG)를 탐색하여 얻은 목표부위(TG)의 위치정보를 이용하여도 좋다.

[0057] 다음으로, 변형검출장치(8)는, 독출 한 2개의 위치정보를 비교한다(단계 S22). 단계 S22에서, 검출할 변형이 비틀림 변형과 휨 변형일 경우에는, 독출 한 2개의 위치정보의 'Z' 방향 위치정보를 비교한다. 그리고 2개의 목표부위(TG)의 위치정보 중 어느 한쪽의 'Z' 방향 위치정보와 다른 쪽의 'Z' 방향 위치정보의 차이가 소정의 임계값 이하일 경우는, '변형이 없음' 또는 '변형의 정도가 작음'이라고 판정하고(단계 S23에서 '아니오'), 변형의 평가 처리를 종료한다. 한편, 변형검출장치(8)는, 독출 한 2개의 목표부위(TG)의 위치정보 중 어느 한쪽의 'Z' 방향 위치정보와 다른 쪽의 'Z' 방향 위치정보의 차이가 소정의 임계값을 초과할 경우는, 엔드 이펙터의 변형을 검출했다고 판정한다(단계 S23에서 '예').

[0058] 또한, 단계 S22에서, 검출할 변형이 회전 변형일 경우에는, 독출 한 2개의 위치정보의 X-Y 방향(X-Y 평면 내)의 위치정보를 비교한다. 회전 변형을 검출할 때에는, 제4 축(L4)과 평행하게 규정되어 있는 핸드 중심선(C)의 연장 방향과 'Y' 축 방향이 평행이 되도록, 로봇 암(4)의 위치 및 자세가 제어되는 것이 바람직하다. 본 실시형태에 따른 핸드(5)는, 제3 링크(43)와 제4 링크(44) 사이에 연결부를 가지기 때문에, 이 연결부에서의 연결 오차에 의해 핸드 중심선(C)에 대해, 핸드(5)가 선대칭이 되어 있지 않을 수가 있다. 또한, 핸드(5)가 다른 물체에 충돌하는 것에 의해, 핸드(5)에 제3 축(L3) 주위의 회전방향에 변형이 생겨, 핸드 중심선(C)의 연장 방향과 'Y' 축 방향이 평행하지 않을 수가 있다. 이와 같은 회전 변형을, 변형검출장치(8)는, 예를 들면, 다음과 같이 하여 검출할 수 있다. 즉, 변형 전의 핸드(5)에서 제3 검출부위(SP3)와 제4 검출부위(SP4)를 연결하는 직선(평가 직선)의 'Y' 축 방향에 대한 기울기(기준 기울기)를 기억해 두고, 취득한 제3 검출부위(SP3)의 X-Y 방향 위치정보와 취득한 제4 검출부위(SP4)의 X-Y 방향 위치정보에 의거하여 평가 직선의 'Y' 축 방향에 대한 기울기를 산출하며, 산출한 기울기와 기준 기울기를 비교하여, 이것들의 차이가 소정의 임계치를 초과하면 엔드 이펙터의 회전 변형을 검출했다고 판정하고(단계 S23에서 '예'), 상기 차이가 소정의 임계치 이하이면 변형이 없다고 판정한다(단계 S23에서 '아니오').

[0059] 엔드 이펙터의 변형이 검출되면, 변형검출장치(8)는, 계속하여, 로봇 암(4)의 위치 및 자세 중 적어도 어느 한 쪽의 조정에 의해서 변형이 보정 가능한지를 판단한다(단계 S24). 변형의 보정의 가능 여부는, 예를 들면, 독출 한 2개의 위치정보의 차이로부터 도출되는 변형의 정도나, 변형을 보정 하기 위해 필요한 축이 로봇 암(4)에 존재하는지 등에 의거하여 판단된다.

[0060] 변형검출장치(8)는, 변형이 보정 가능하다고 판단한 경우(단계 S24에서 '예')에는, 제어 장치(6)에 변형을 보정시키기 위한 변형 보정 정보를 작성하여, 이것을 제어 장치(6)로 출력하고(단계 S25), 변형의 평가 처리를 종료

한다. 또한, 본 실시형태에 따른 로봇 암(4)은, 핸드(5)를 제4 축(L4) 주위로 회전시키는 것에 의해 비틀림 변형을 보정 할 수가 있다. 또한, 본 실시형태에 따른 로봇 암(4)은, 휨 변형을 보정 할 수 있는 축을 구비하고 있지 않기 때문에, 휨 변형을 보정 할 수 없다. 또한, 본 실시형태에 따른 로봇 암(4)은, 산출한 평가 직선의 기울기가 기준 기울기가 되도록 핸드(5)를 제3 축(L3) 주위로 회전시킴과 함께, X-Y 방향 위치를 조정하는 것에 의해, 회전 변형을 보정 할 수가 있다.

[0061] 한편, 변형검출장치(8)는, 변형이 보정 불가능하다고 판단한 경우(단계 S24에서 '아니오')에는, 에러(error) 처리를 하고(단계 S26), 변형 평가 처리를 종료한다. 에러 처리에서, 변형검출장치(8)는, 예를 들면, 경보를 발생 시킴과 더불어 제어 장치(6)에서 로봇 암(4)의 움직임을 정지시킨다.

[0062] 이상과 같이 하여, 변형검출장치(8)는, 비틀림 변형의 평가처리(단계 S2), 휨 변형의 변형 평가 처리(단계 S3) 및 회전 변형의 변형 평가처리(단계 S4)를 수행하고, 엔드 이펙터의 변형 검출 처리를 종료한다.

[0063] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시형태에 따른 로봇 시스템(1)은, 선단부에 소정 방향으로 연장되는 회동축(제3 축(L3))을 중심으로 하여 회동이 자유로운 손목을 가지는 로봇 암(4)과, 손목에 장착된 엔드 이펙터인 핸드(5)와, 핸드(5)의 소정의 검출부위(SP)가 도달할 목표부위(GT)를 가지는 타깃 핀(9)을 이용하여 해당 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 변형검출장치(8)를 구비하고 있다. 타깃 핀(9)의 목표부위(TG)는, 핸드(5)의 검출부위(SP)가 해당 목표부위(TG)에 도달했음을 나타내는 표시기능을 가지고 있다. 상기 변형검출장치(8)는, 핸드(5)의 검출부위(SP)를 타깃 핀(9)에 접촉시키도록 로봇 암(4)을 제어하여 목표부위(TG)를 탐색하고, 목표부위(TG)의 표시기능에 의거하여 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달한 것을 검출하는 탐색부(81)와, 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달했을 때의 검출부위(SP)의 위치정보(상정위치 정보)와 참조 위치정보를 비교하여 핸드(5)의 변형을 검출하는 변형 검출부(83)를 구비하고 있다.

[0064] 또한, 이상에 설명한 본 실시형태에 따른 엔드 이펙터의 변형 검출 방법은, 상기 로봇 시스템(1)에서, 상기 타깃 핀(9)을 이용하여 변형검출장치(8)가 핸드(5)의 변형을 검출하는 방법으로서, 변형검출장치(8)가, 검출부위(SP)를 타깃 핀(9)에 접촉시키도록 로봇 암(4)을 제어하여 목표부위(TG)를 탐색하는 것과, 목표부위(TG)의 표시기능에 의거하여 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달한 것을 검출하는 것과, 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달했을 때의 검출부위(SP)의 위치정보 및 소정의 참조위치정보를 비교하여, 엔드 이펙터의 변형을 검출하는 것을 포함하고 있다.

[0065] 상기와 같은 로봇 시스템(1) 및 엔드 이펙터의 변형 검출 방법에 의하면, 엔드 이펙터의 가동 범위 내에 마련된 타깃 핀(9)을 이용하여, 엔드 이펙터의 변형을 검출할 수가 있다. 특허문헌 1 ~ 3에 기재된 종래의 기술에서는, 로봇 핸드의 변형을 검출하기 위하여 전용의 비접촉식 센서가 로봇 시스템에 구비되어 있다. 이것에 대해, 본 실시형태에 따른 로봇 시스템(1)에서는, 특별한 배선과 제어를 요하는 비접촉식 센서를 이용하지 않고, 타깃 핀(9)과 종래 구조의 로봇 암(4)을 이용하여 엔드 이펙터의 변형을 검출할 수가 있다.

[0066] 또한, 본 실시형태에 따른 로봇 시스템(1) 및 엔드 이펙터의 변형 검출 방법에서, 타깃 핀(9)의 목표부위(TG)는, 표시기능을 발휘하기 위해, 핸드(5)를 타깃 핀(9)에 접촉시키면서 타깃 핀(9)을 따라서 'Z' 방향으로 이동시킨 경우에, 타깃 핀(9)에 대한 핸드(5)의 접촉위치가 국부적으로 변화하는 형상으로 형성되어 있다. 그리고 변형검출장치(8)는, 핸드(5)의 검출부위(SP)를 타깃 핀(9)에 접촉시키면서 타깃 핀(9)을 따라서 'Z' 방향으로 이동시키도록 로봇 암(4)을 제어하여 목표부위(TG)를 탐색하고, 타깃 핀(9)에 대한 검출부위(SP)의 접촉위치의 국부적 변화에 의거하여 해당 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달한 것을 검출한다.

[0067] 더 구체적으로는, 타깃 핀(9)은, 타깃 핀(9)에 대한 핸드(5)의 접촉 위치가 국부적으로 변화하는 형상으로서, 지름이 일정한 동일 지름부(91)와, 지름이 변화하는 변화 지름부(92)를 소정 방향으로 연속하여 가지며, 동일 지름부(91)와 변화 지름부(92)의 경계(경계선(95))에 의해서 목표부위(TG)가 구성되어 있다. 그리고 변형검출장치(8)는, 핸드(5)를 제3 축(L3) 주위로 요동시켜 검출부위(SP)가 타깃 핀(9)에 접촉했을 때의 검출부위(SP)의 위치정보(접촉 위치정보)를 취득하는 것을, 핸드(5)를 동일 지름부(91)로부터 변화 지름부(92)를 향해서 'Z' 방향으로 변위 시킨 복수 개소에서 수행하여 목표부위(TG)를 탐색하고, 취득한 복수의 접촉 위치정보로부터 도출되는 제3 축(L3) 주위의 각변위에 의거하여 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달한 것을 검출한다.

[0068] 이와 같은 로봇 시스템(1) 및 엔드 이펙터의 변형 검출 방법에 의하면, 타깃 핀(9)의 동일 지름부(91)와 변화 지름부(92)의 지름의 변화에 의거하여 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달한 것을 검출할 수가 있다. 이와 같은 타깃 핀(9)의 목표부위(TG)의 표시기능은, 타깃 핀(9)의 외형 형상에 의해 실현되고 있고, 비교적 간단한 구조로서, 이 기능을 위해 배선이나 제어를 필요로 하지 않는다.

- [0069] 또한, 본 실시형태에 따른 로봇 시스템(1) 및 엔드 이펙터의 변형 검출 방법에서, 변형검출장치(8)는, 핸드(5)의 변형이 검출된 때, 그 변형이 로봇 암(4)의 위치 및 자세 중 적어도 어느 한쪽의 조정으로 보정이 가능한지를 판단하고, 보정이 가능한 경우에 그 변형을 보정한다.
- [0070] 이와 같은 로봇 시스템(1) 및 엔드 이펙터의 변형 검출 방법에 의하면, 로봇 암(4)을 정지시키거나 해체하지 않고, 엔드 이펙터의 변형을 보정 할 수가 있다. 따라서, 로봇 암(4)을 정지시키는 빈도를 줄일 수가 있고, 생산성을 향상시킬 수가 있다.
- [0071] 또한, 본 실시형태에 따른 로봇 시스템(1) 및 엔드 이펙터의 변형 검출 방법에서, 참조위치정보는, 변형검출장치(8)에 의해서, 핸드(5)의 검출부위(SP)와 서로 다른 참조부위를 타깃 핀(9)에 접촉시키도록 로봇 암(4)을 제어하여 목표부위(TG)를 탐색하고, 목표부위(TG)의 표시기능에 의거하여 참조부위가 목표부위(TG)에 도달한 것이 검출된 때의, 참조부위의 상정 위치정보이다. 즉, 핸드(5)의 검출부위(SP)와 서로 다른 참조부위에 대해 탐색처리를 수행하고, 참조부위가 목표부위(TG)에 도달했을 때의 참조부의 위치정보가, 참조위치정보로서 이용되고 있다.
- [0072] 상기 실시 형태에서는, 핸드(5)의 비틀림 변형을 검출할 때에는, 핸드(5)의 선단부에서 핸드 중심선(C)을 사이에 두고 한쪽에 규정된 제1 검출부위(SP1)와 다른 쪽에 규정된 제2 검출부위(SP2)를, 각각 검출부위·참조부위로 하고 있다. 그리고 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달했을 때의 해당 검출부위(SP)의 'Z' 방향의 상정위치와, 참조부위가 목표부위(TG)에 도달했을 때의 해당 참조부위의 'Z' 방향의 상정위치를 비교하는 것에 의해, 변형검출장치(8)로 핸드(5)의 비틀림 변형을 검출하고 있다.
- [0073] 또한, 상기 실시 형태에서는, 핸드(5)의 휨 변형을 검출할 때에는, 검출부위와 참조부위 중 어느 한쪽을 핸드(5)의 선단부에 규정된 제1 검출부위(SP1)로 하고, 다른 쪽을 핸드(5)의 뿌리부에 규정된 제3 검출부위(SP3)로 하고 있다. 그리고 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달했을 때의 해당 검출부위(SP)의 'Z' 방향의 상정위치와, 참조부위가 목표부위(TG)에 도달했을 때의 해당 참조부위의 'Z' 방향의 상정위치를 비교하는 것에 의해서, 변형검출장치(8)에서 핸드(5)의 휨 변형을 검출하고 있다.
- [0074] 또한, 상기 실시 형태에서는, 핸드(5) 회전 변형을 검출할 때에는, 검출부위와 참조부위 중 어느 한쪽을 핸드(5)의 뿌리부에 규정된 제3 검출부위(SP3)로 하고, 다른 쪽을 핸드(5)의 선단부 또는 뿌리부와 선단부 사이에 규정된 제4 검출부위(SP4)로 하고 있다. 그리고 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달했을 때의 해당 검출부위(SP)의 X-Y 평면 내의 상정위치와, 참조부위가 목표부위(TG)에 도달했을 때의 해당 참조부위의 X-Y 평면 내의 상정위치를 비교하는 것에 의해서, 변형검출장치(8)로 핸드(5)의 회전 변형을 검출하고 있다.
- [0075] 상기와 같은 로봇 시스템(1) 및 엔드 이펙터의 변형 검출 방법에 의하면, 핸드(5)의 2개의 검출부위(SP)(검출부위와 참조부위) 각각에 대해서 탐색처리를 수행하여 얻은 위치정보를 비교하기 때문에, 타깃 핀(9)의 목표위치(TG)의 변형이나 위치 오차 등의 영향을 받지 않고, 엔드 이펙터의 변형을 검출할 수가 있다.
- [0076] 이상으로 본 발명의 바람직한 실시형태를 설명하였으나, 상기 로봇 시스템(1)의 구성은 이하와 같이 변경할 수가 있다.
- [0077] 예를 들면, 상기 실시형태에 따른 엔드 이펙터는, 웨이퍼 반송용의 포크 형상의 핸드(5)지만, 엔드 이펙터는 이것에 한정되지 않는다. 예를 들어, 엔드 이펙터가, 복수의 파지 조(爪)를 구비한 범용 핸드, 흡착 패드, 너트 체결구, 용접건, 스프레이 건 중 어느 하나여도 좋다.
- [0078] 또한, 상기 실시형태에 따른 탐색처리에서, 핸드(5)를 'Z' 방향으로 연장되는 제3 축(L3)을 중심으로 회동(요동)시키지만, 엔드 이펙터의 요동 방향은 이것에 한정되지 않는다.
- [0079] 예를 들면, 로봇 암이 수직 다관절 형 로봇일 경우에는, 탐색처리에서, 엔드 이펙터를 'X' 방향 또는 'Y' 방향으로 연장되는 회동축을 중심으로 하여 회동시켜도 좋다. 이 경우, 타깃 핀(9)은, 타깃 핀(9)의 연장 방향이 엔드 이펙터의 회동축의 연장 방향과 평행이 되도록 배치된다.
- [0080] 예를 들면, 탐색처리에서 엔드 이펙터를 거의 회동시키지 않고, 'Z' 방향으로 변위 시켜도 좋다. 상기 실시형태에 따른 로봇 시스템(1)은 웨이퍼 반송 로봇이기 때문에, 핸드(5)와 타깃 핀(9)의 마찰을 최대한 피하는 것에 의해 파티클(particle)의 발생을 방지하지 않으면 안 된다. 그러나 타깃 핀(9)과 엔드 이펙터의 접촉이나 마찰이 제한되지 않는 상황에서는, 엔드 이펙터를 회동시키지 않고 검출부위(SP)를 타깃 핀(9)에 접촉시키면서 'Z' 방향으로 변위 시킴으로써, 목표부위(TG)의 탐색이 수행되어도 좋다.
- [0081] 또한, 상기 실시형태에 따른 참조위치정보는, 핸드(5)에 설정된 별도의 검출부위(SP)(참조부위)에서 탐색처리를

수행하는 것에 의해 얻어진 'Z' 방향 위치정보이지만, 참조위치정보는 이것에 한정되지 않는다.

- [0082] 예를 들어, 참조위치정보는, 변형검출장치(8)에 의해서, 엔드 이펙터의 미변형 검출부위(SP)를 타깃 핀(9)에 접촉시키도록 로봇 암(4)을 제어하여 목표부위(TG)를 탐색하고, 목표부위(TG)의 표시기능에 의거하여 미변형 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달한 것이 검출된 때의, 미변형 검출부위(SP)의 위치정보여도 좋다. 즉, 참조위치정보가, 변형되지 않은 엔드 이펙터 상의 검출부위(SP)에서 탐색처리를 수행하는 것에 의해 얻은 목표부위(TG)의 위치정보여도 좋다. 이와 같은 참조위치정보를 이용하면, 변형 전후의 검출부위(SP)에서 탐색한 목표부위(TG)의 위치정보를 비교하는 것으로 핸드(5)의 변형을 검출 할 수가 있다.
- [0083] 예를 들어, 참조위치정보는, 타깃 핀(9)의 목표부위(TG)의 위치정보여도 좋다. 다만, 이 경우 타깃 핀(9)은, 로봇 시스템(1)이 가지는 좌표계에서 정확하게 위치 결정되고, 타깃 핀(9)의 변형이나 이동이 없을 것이 조건이 된다.
- [0084] 또한, 상기 실시형태에 따른 타깃 핀(9)은, 제1 동일 지름부(91)와 변화 지름부(92)의 경계선(95)이 목표부위(TG)가 되고, 제1 동일 지름부(91)와 변화 지름부(92)의 외경의 국부 변화가 표시기능을 구성하고 있지만, 타깃 핀(9)의 형상은 이것에 한정되지 않는다. 타깃 핀(9)은, 엔드 이펙터를 타깃 핀(9)에 접촉시키면서 타깃 핀(9)을 따라서 'Z' 방향으로 이동시킨 경우에, 타깃 핀(9)에 대한 엔드 이펙터의 접촉 위치가 국부적으로 변화하는 형상을 가지고 있으면 좋다.
- [0085] 예를 들어, 타깃 핀(9)의 변화 지름부(92)와 제2 동일 지름부(93)의 경계선(96)을 목표부위(TG)로 하고, 변화 지름부(92)와 제2 동일 지름부(93)의 외형의 X-Y 위치의 국부 변화가 표시기능을 구성하고 있어도 좋다. 이 경우, 도 9에 도시된 바와 같이, 탐색처리에서, 엔드 이펙터의 검출부위(SP)의 초기 시작 위치를 타깃 핀(9)의 제2 동일 지름부(93)의 주위로 하고, 엔드 이펙터를 제2 동일 지름부(93)로부터 변화 지름부(92)를 향해서 'Z' 방향으로 이동시킨 복수 개소에서 일련의 접촉 위치 취득 동작(단계 S13 ~ S15)이 반복된다.
- [0086] 예를 들어, 타깃 핀(9)이 지름이 일정한 원기둥형으로서, 타깃 핀(9)의 상단 가장자리를 목표부위(TG)로 하고, 타깃 핀(9)의 외형의 X-Y 위치의 국부 변화가 표시기능을 구성하고 있어도 좋다. 이 경우, 엔드 이펙터의 검출부위(SP)가 타깃 핀(9)과 접촉하지 않게 된 것에 의해, 검출부위(SP)가 목표부위(TG)에 도달한 것을 검출할 수가 있다.
- [0087] 또한, 본 실시형태에서는, 타깃 핀(9)의 형상에 따라서 목표부위(TG)의 표시기능이 실현되고 있으나, 표시기능이 다른 수단에 의해 실현되어도 좋다. 예를 들면, 타깃 핀(9)은 지름이 일정한 원기둥 형상으로서, 타깃 핀(9) 주위의 목표부위(TG)에 접촉센서가 설치되고, 이 접촉 센서에 의해서 표시기능이 구성되어도 좋다.
- [0088] 또한, 상기 실시형태에서, 변형검출장치(8)는, 핸드(5)의 비틀림 변형, 휨 변형 및 회전 변형의 평가처리(단계 S2 ~ S4)를 차례로 수행하지만, 이러한 변형의 평가처리 중 적어도 어느 하나 이상을 선택적으로 수행하여도 좋다. 예를 들면, 핸드(5)의 비틀림 변형, 휨 변형 및 회전 변형의 평가처리 중, 비틀림 변형의 평가처리만이 수행되어도 좋다. 이 경우, 제3 검출부위(SP3)와 제4 검출부위(SP4)의 각각의 검출부위(SP)에서의 탐색처리는 불필요하다. 또한, 각각의 변형의 평가처리(단계 S2 ~ S4)의 순서는 상기 실시형태에 한정되지 않고, 적절히 순서가 바뀌어도 좋다.
- [0089] 상기 설명에서, 이 분야의 통상의 기술자에게는, 본 발명의 많은 개량이나 다른 실시형태가 자명하다. 따라서, 상기 설명은, 예시로서만 해석되어야 하며, 본 발명을 실행하는 최선의 형태를 통상의 기술자에게 교시할 목적으로 제공된 것이다. 본 발명의 정신을 벗어나지 않고, 그 구조 및/또는 기능의 구체적인 사항을 실질적으로 변경할 수 있다.

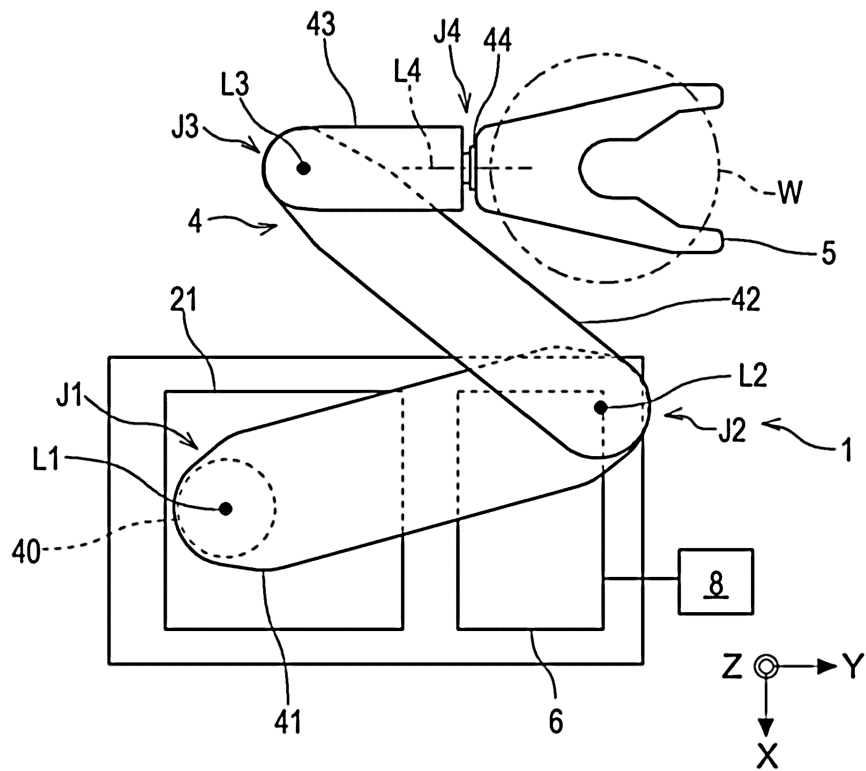
부호의 설명

- [0090]
- 1: 로봇 시스템
 - 3: 제어 장치
 - 4: 로봇 암
 - 5: 로봇 핸드(엔드 이펙터)
 - 8: 변형검출장치
 - 9: 타깃 핀

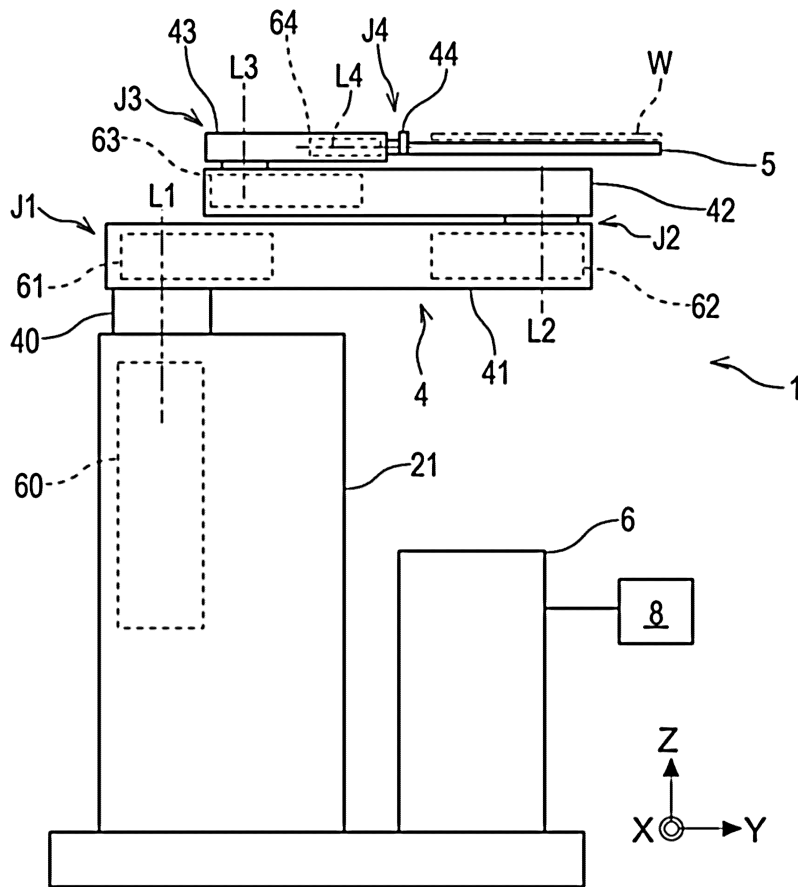
21: 기대
30: 컨트롤러
40: 승강축
41 ~ 44: 제1 ~ 제4 링크
60 ~ 64: 구동 장치
81: 탐색부
82: 위치정보 격납부
83: 변형 검출부
84: 변형 보정부
91: 제1 동일 지름부
92: 변화 지름부
93: 제2 동일 지름부
95, 96: 경계선
A0 ~ A4: 서보 앰프
C: 핸드 중심선
D0 ~ D4: 동력전달기구
E0 ~ E4: 위치 검출기
J1 ~ J4: 제1 ~ 제4 관절
L1 ~ L4: 제1 ~ 제4 축
M0 ~ M4: 서보 모터
SP: 검출부위
TG: 목표부위

도면

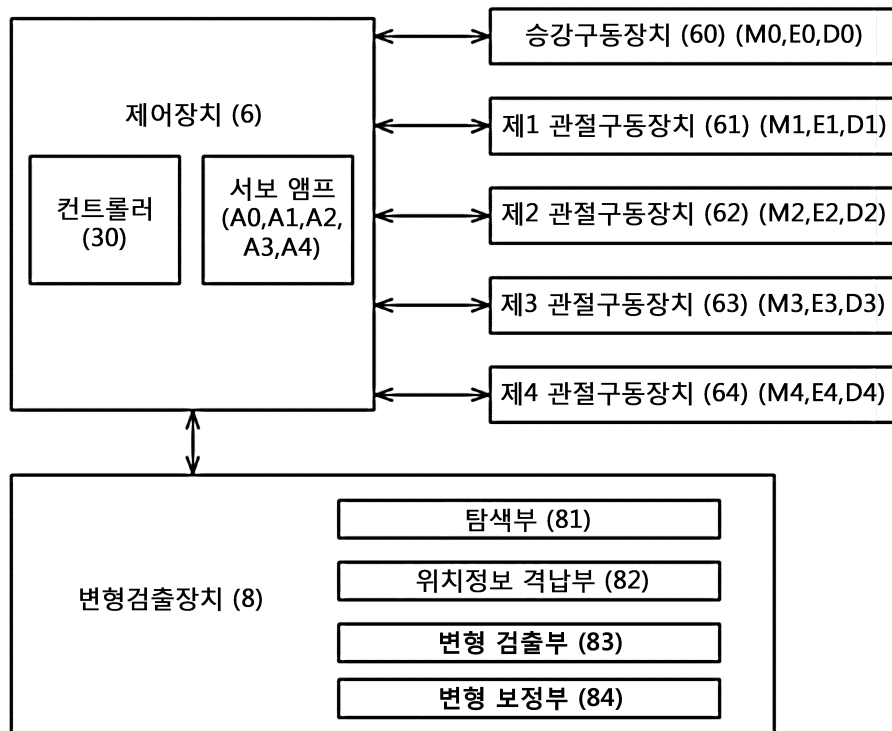
도면1



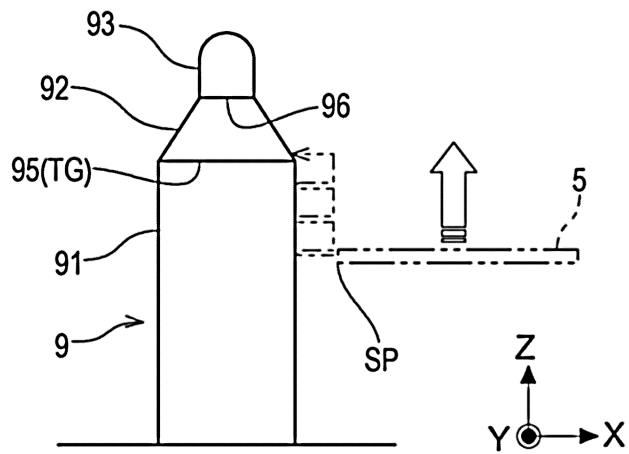
도면2



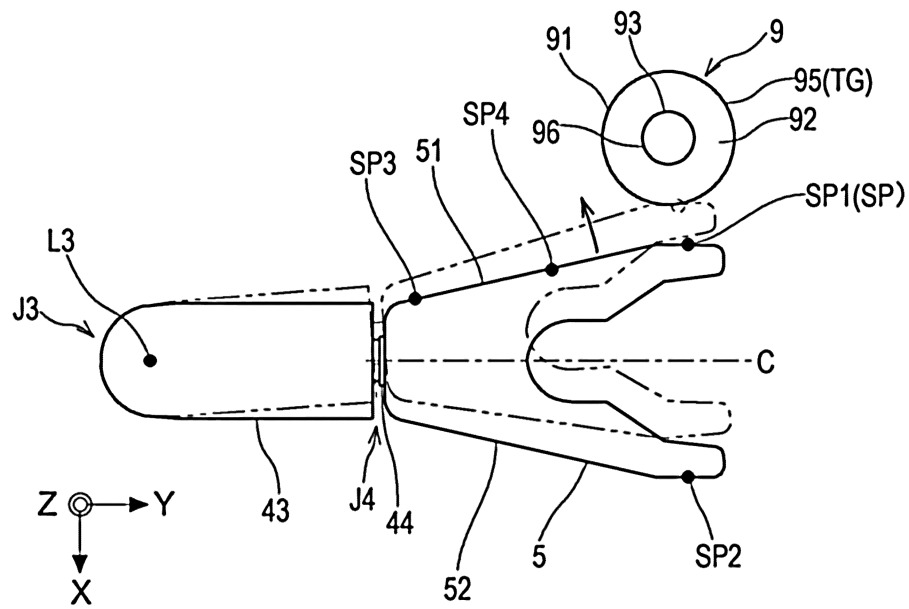
도면3



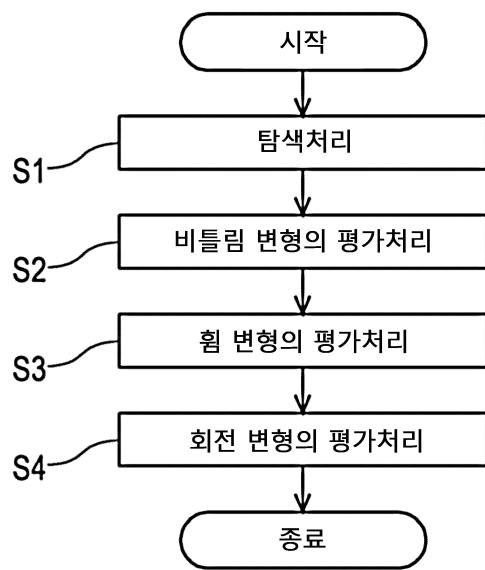
도면4



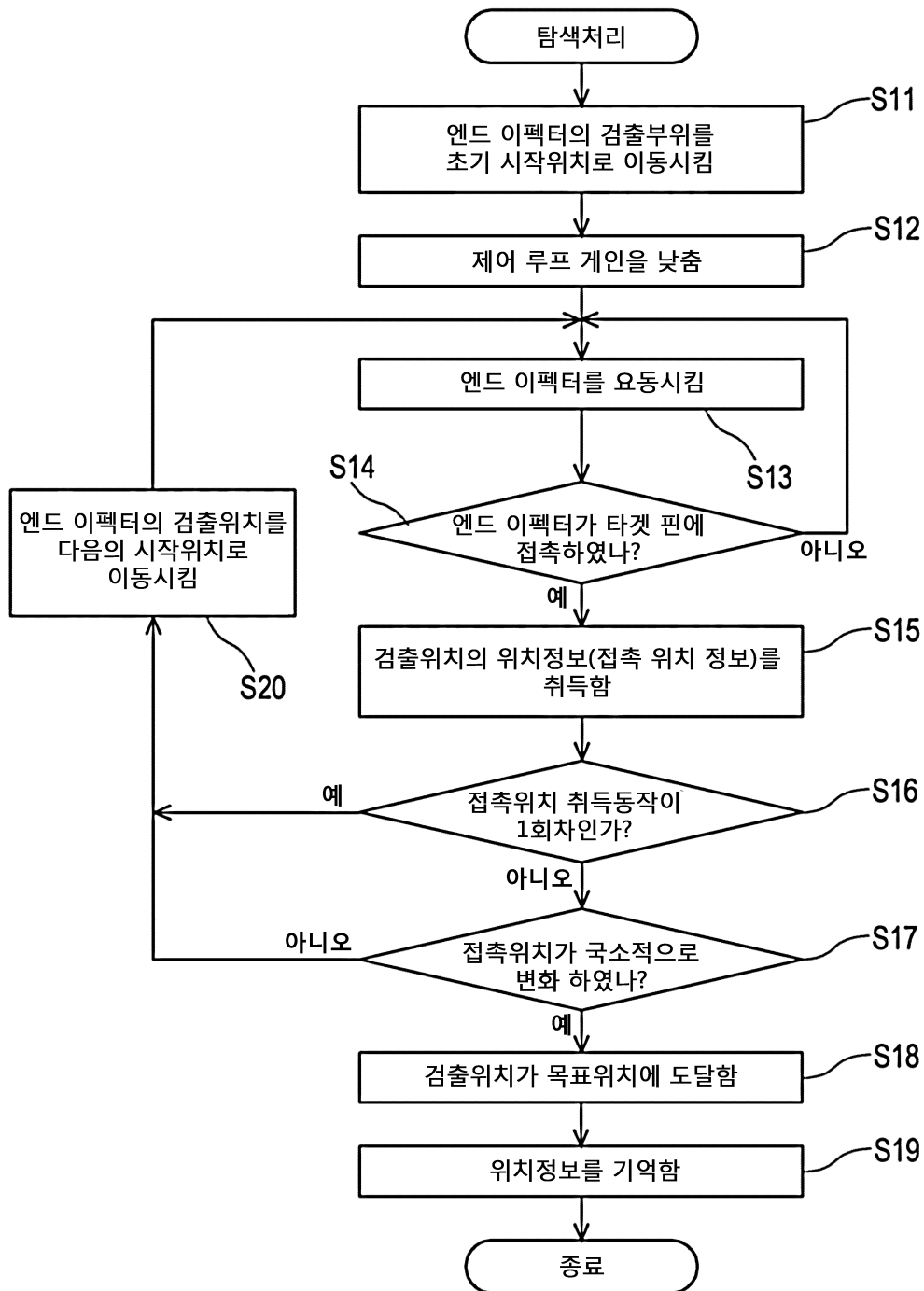
도면5



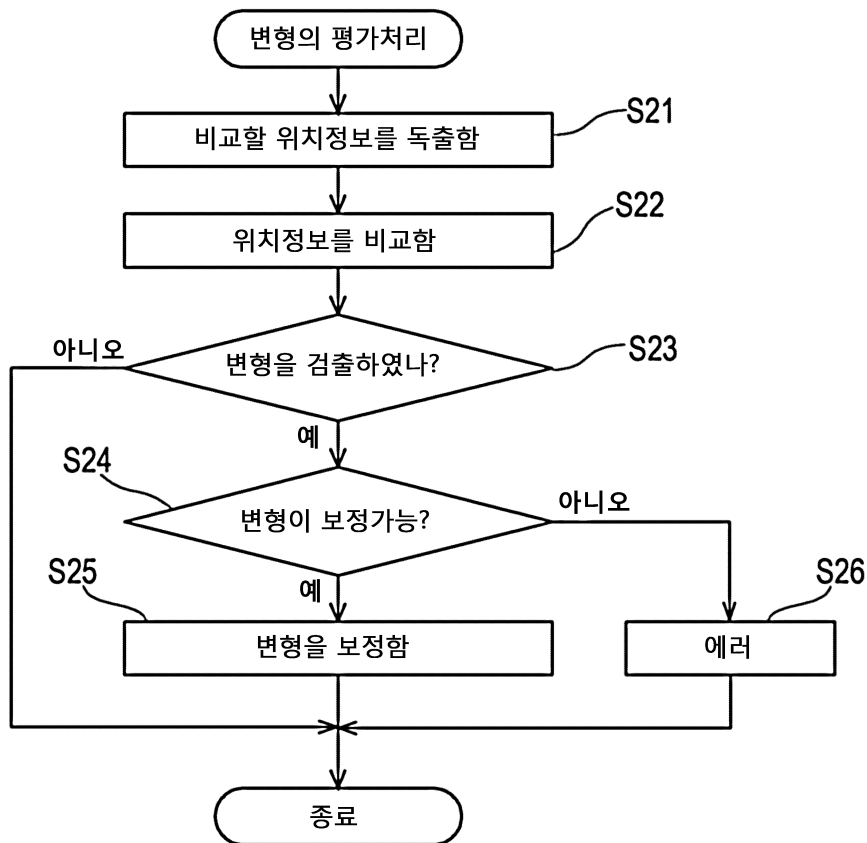
도면6



도면7



도면8



도면9

