



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0123189
(43) 공개일자 2017년11월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02P 6/16 (2016.01) H02P 6/00 (2016.01)
(52) CPC특허분류
H02P 6/16 (2013.01)
B25J 13/088 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0052544
(22) 출원일자 2016년04월28일
심사청구일자 2016년04월28일

(71) 출원인
(주)로보티즈
서울특별시 금천구 가산디지털1로 145, 1505호
1506호 (가산동, 에이스하이엔드타워3)
(72) 발명자
김병수
서울시 양천구 목동동로 180 101동 404호(신정동,
아이파크아파트)
최대성
경기도 부천시 원미구 조마루로 134, 1114동 190
4호(중동, 보람마을 아주아파트)
이동훈
서울특별시 서대문구 가재울미래로 2, 130동 402
호 (남가좌동, DMC파크뷰자이)
(74) 대리인
남준욱

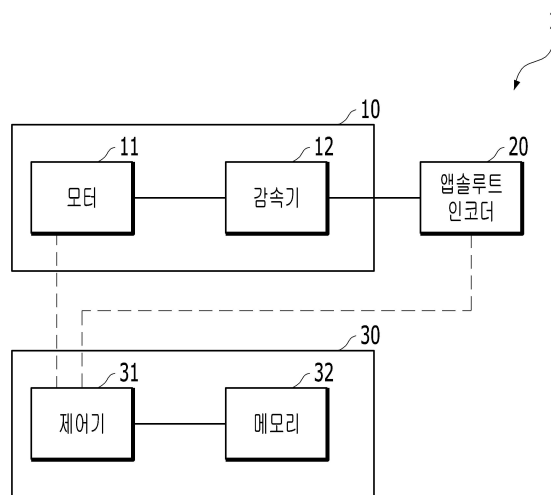
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 스마트 액추에이터 모듈 및 그 구동 제어 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예는 모터와 감속기를 갖는 액추에이터와, 상기 액추에이터의 출력축에 커플링된 앵술루트 인코더(absolute encoder)와, 상기 모터와 앵술루트 인코더의 구동을 제어하는 제어기, 및 메모리를 갖는 제어부를 포함하며, 상기 메모리에는 앵술루트 인코더 위치값과 인크리멘탈 인코더(incremental encoder) 위치값의 관계를 일대일로 규정한 대응 테이블이 저장되며, 상기 제어기는, 상기 액추에이터의 목표 위치값이 수신되면 상기 목표 위치값에 대응하는 인크리멘탈 인코더 위치값을 연산하고, 상기 대응 테이블로부터 상기 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값에 대응하는 앵술루트 인코더 위치값을 반환받아, 상기 반환된 앵술루트 인코더 위치값을 이용하여 상기 모터를 구동하는 것을 특징으로 하는 스마트 액추에이터 모듈을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B25J 9/126 (2013.01)

H02K 11/21 (2016.01)

H02K 7/116 (2013.01)

H02P 6/006 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10044550

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 글로벌전문기술개발사업

연구과제명 다양한 네트워크를 지원하는 로봇용 스마트 액추에이터 개발

기여율 1/1

주관기관 ㈜로보티즈

연구기간 2013.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

모터와 감속기를 갖는 액추에이터와,

상기 액추에이터의 출력축에 커플링된 앵술루트 인코더(absolute encoder)와,

상기 모터와 앵술루트 인코더의 구동을 제어하는 제어기, 및 메모리를 갖는 제어부를 포함하며,

상기 메모리에는 앵술루트 인코더 위치값과 인크리멘탈 인코더(incremental encoder) 위치값의 관계를 일대일로 규정한 대응 테이블이 저장되며,

상기 제어기는, 상기 액추에이터의 목표 위치값이 수신되면 상기 목표 위치값에 대응하는 인크리멘탈 인코더 위치값을 연산하고, 상기 대응 테이블로부터 상기 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값에 대응하는 앵술루트 인코더 위치값을 반환받아, 상기 반환된 앵술루트 인코더 위치값을 이용하여 상기 모터를 구동하는 것을 특징으로 하는 스마트 액추에이터 모듈.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어기는, 상기 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값과 상기 대응 테이블에 저장된 인크리멘탈 인코더 위치값을 비교하여, 저장된 인크리멘탈 위치값 중 상기 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값과 가장 가까운 값에 대응하는 앵술루트 인코더 위치값을 반환받는 것을 특징으로 하는 스마트 액추에이터 모듈.

청구항 3

제1항에 따른 스마트 액추에이터 모듈의 구동 제어 방법으로서,

a) 상기 스마트 액추에이터 모듈의 메모리에 앵술루트 인코더 위치값과 인크리멘탈 인코더 위치값의 관계를 일대일로 규정한 대응 테이블을 저장하는 단계와,

b) 제어기가 액추에이터의 목표 위치값을 수신하는 단계와,

c) 상기 제어기가, 상기 목표 위치값에 대응하는 인크리멘탈 인코더 위치값을 연산하는 단계와,

d) 상기 제어기가, 상기 대응 테이블로부터 상기 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값에 대응하는 앵술루트 인코더 위치값을 반환받는 단계와,

e) 상기 제어기가, 상기 반환된 앵술루트 인코더 위치값을 이용하여 상기 모터를 구동하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 액추에이터 모듈의 구동 제어 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 a단계는,

a-1) 상기 스마트 액추에이터 모듈을 인크리멘탈 인코더가 장착된 캘리브레이션 지그(calibration jig)에 장착하는 단계와,

a-2) 상기 액추에이터를 구동하면서, 상기 스마트 액추에이터 모듈의 앵술루트 인코더의 출력값과, 상기 캘리브레이션 지그에 장착된 인크리멘탈 인코더의 출력값을 동시에 측정하는 단계와,

a-3) 상기 측정된 앵솔루트 인코더의 출력값과 인크리멘탈 인코더의 출력값을 이용하여, 앵솔루트 인코더 위치값과 인크리멘탈 인코더 위치값의 관계를 일대일로 규정한 대응 테이블을 상기 메모리에 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 액추에이터 모듈의 구동 제어 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 d단계는,

상기 제어기가, 상기 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값과 상기 대응 테이블에 저장된 인크리멘탈 인코더 위치값을 비교하여, 저장된 인크리멘탈 위치값 중 상기 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값과 가장 가까운 값에 대응하는 앵솔루트 인코더 위치값을 반환받는 단계인 것을 특징으로 하는 스마트 액추에이터 모듈의 구동 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스마트 액추에이터 모듈 및 그 구동 제어 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 저해상도 앵솔루트 인코더를 장착하면서도 정밀도가 높고 선형성이 보장되도록 모터의 회전을 제어할 수 있는 스마트 액추에이터 모듈 및 그 구동 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 산업용 로봇에서 휴머노이드 로봇에 이르기까지 다양한 분야에서 사용되는 로봇에는 관절의 유연한 운동을 위하여 감속기능을 갖는 액추에이터가 사용되고 있다.

[0003] 최근 급격히 발전하고 있는 로봇공학 및 메카트로닉스 기술에 힘입어, 기존에 산업용에 주로 활용되던 로봇 메커니즘들이 타 산업분야로까지 적용되고 있다. 이러한 응용예로서 가정용 청소 로봇, 프로그래밍 교육용 로봇, 완구용 로봇, 엔터테인먼트용 로봇 등이 있다.

[0004] 이러한 다양한 응용예에서 액추에이터의 소형화 및 고정밀화는 피할 수 없는 요구사항이다. 이를 위해 정밀한 액추에이터 회전위치(회전각) 및 회전속도 제어 및 보상 기술이 요구되고 있다.

[0005] 이러한 제어 및 보상 기술을 위해 회전위치 및 회전속도 검출을 위한 센서로서 인코더가 액추에이터에 장착될 수 있다. 이러한 인코더로서 광학식 인코더가 일반적으로 사용된다. 또한 인코더는 크게 인크리멘탈 인코더(incremental encoder)와 앵솔루트 인코더(absolute encoder)로 분류할 수 있다.

[0006] 인크리멘탈 인코더는 축의 회전으로 온/오프 펄스를 단순히 출력하며, 자체 회전량의 제한이 없다. 인크리멘탈 인코더의 출력선으로는 보통 A상, B상, Z상이 있으며, A상과 B상은 90도의 위상차를 갖고 출력된다. 따라서 정회전(시계방향 회전)시 A상이 먼저 출력되고, A상의 1/2 위치에서 B상이 출력된다. 역회전(반시계방향)에서는 그 반대가 된다. Z상은 인코더가 1회전시 한번의 신호를 출력한다.

[0007] 인크리멘탈 인코더는 통상 파형을 그대로 출력하므로 정전 시에는 현재의 위치가 불분명하게 된다. 즉, 전원이 꺼지면 현재 위치 및 초기 위치를 다시 검출해야 하는 문제점이 있다.

[0008] 앵솔루트 인코더는 인크리멘탈 인코더와는 달리 절대 위치값이 출력된다. 즉, 앵솔루트 인코더는 전원 상태와 무관하게 항상 절대 위치값을 유지하기 때문에, 전원이 공급되지 않는 상태에서 위치 이동이 발생해도 전원 투입후 바로 현재 위치를 읽을 수 있다.

[0009] 예컨대, 10bit의 분해능을 갖는 앵솔루트 인코더의 경우, 총 10개 신호출력선의 온/오프를 이용하여 2의 10제곱, 즉 1,024의 1회전 해상도를 갖게 된다. 다만, 앵솔루트 인코더의 경우 회전속도 측정에는 불리한 면이 있다.

[0010] 이러한 인코더를 장착한 액추에이터는 특허문헌1 및 특허문헌2를 비롯한 종래기술에서 다수 찾아볼 수 있다.

[0011] 그런데, 전원의 온/오프가 잦은 환경에서 앵솔루트 인코더를 장착한 액추에이터의 사용이 유리하다. 그런데 앵솔루트 인코더는 일반적으로 모터의 위치 정밀도가 낮아서 해상도가 높은 외부의 인크리멘탈 인코더를 이용해서

보상(캘리브레이션)을 해야 하는 문제가 발생한다.

[0012] 또한, 앵슬루트 인코더에서는 입력값과 출력값이 선형비례하지 않기 때문에 선형성 보상이 필요하게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 특허문헌1: 대한민국 공개특허공보 제10-1999-0014409호
 (특허문헌 0002) 특허문헌2: 대한민국 공개특허공보 제10-2015-0040655호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 저해상도 앵슬루트 인코더를 장착하면서도 정밀도가 높고 선형성이 보장되도록 모터의 회전을 제어할 수 있는 스마트 액추에이터 모듈 및 그 구동 제어 방법을 제공하는 것이다.

[0015] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 일실시예는 모터와 감속기를 갖는 액추에이터와, 상기 액추에이터의 출력축에 커플링된 앵슬루트 인코더(absolute encoder)와, 상기 모터와 앵슬루트 인코더의 구동을 제어하는 제어기, 및 메모리를 갖는 제어부를 포함하며, 상기 메모리에는 앵슬루트 인코더 위치값과 인크리멘탈 인코더(incremental encoder) 위치값의 관계를 일대일로 규정한 대응 테이블이 저장되며, 상기 제어기는, 상기 액추에이터의 목표 위치값이 수신되면 상기 목표 위치값에 대응하는 인크리멘탈 인코더 위치값을 연산하고, 상기 대응 테이블로부터 상기 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값에 대응하는 앵슬루트 인코더 위치값을 반환받아, 상기 반환된 앵슬루트 인코더 위치값을 이용하여 상기 모터를 구동하는 것을 특징으로 하는 스마트 액추에이터 모듈을 제공한다.

[0017] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 제어기는, 상기 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값과 상기 대응 테이블에 저장된 인크리멘탈 인코더 위치값을 비교하여, 저장된 인크리멘탈 위치값 중 상기 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값과 가장 가까운 값에 대응하는 앵슬루트 인코더 위치값을 반환받을 수 있다.

[0018] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 일실시예는 전술한 스마트 액추에이터 모듈의 구동 제어 방법으로서, a) 상기 스마트 액추에이터 모듈의 메모리에 앵슬루트 인코더 위치값과 인크리멘탈 인코더 위치값의 관계를 일대일로 규정한 대응 테이블을 저장하는 단계와, b) 제어기가 액추에이터의 목표 위치값을 수신하는 단계와, c) 상기 제어기가, 상기 목표 위치값에 대응하는 인크리멘탈 인코더 위치값을 연산하는 단계와, d) 상기 제어기가, 상기 대응 테이블로부터 상기 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값에 대응하는 앵슬루트 인코더 위치값을 반환받는 단계와, e) 상기 제어기가, 상기 반환된 앵슬루트 인코더 위치값을 이용하여 상기 모터를 구동하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 액추에이터 모듈의 구동 제어 방법을 제공한다.

[0019] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 a단계는, a-1) 상기 스마트 액추에이터 모듈을 인크리멘탈 인코더가 장착된 캘리브레이션 지그(calibration jig)에 장착하는 단계와, a-2) 상기 액추에이터를 구동하면서, 상기 스마트 액추에이터 모듈의 앵슬루트 인코더의 출력값과, 상기 캘리브레이션 지그에 장착된 인크리멘탈 인코더의 출력값을 동시에 측정하는 단계와, a-3) 상기 측정된 앵슬루트 인코더의 출력값과 인크리멘탈 인코더의 출력값을 이용하여, 앵슬루트 인코더 위치값과 인크리멘탈 인코더 위치값의 관계를 일대일로 규정한 대응 테이블을 상기 메모리에 저장하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 d단계는, 상기 제어기가, 상기 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값과 상기 대응 테이블에 저장된 인크리멘탈 인코더 위치값을 비교하여, 저장된 인크리멘탈 위치값 중 상기 연산된 인크리멘탈

인코더 위치값과 가장 가까운 값에 대응하는 앵슬루트 인코더 위치값을 반환받는 단계일 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명의 실시예에 따르면, 저해상도 앵슬루트 인코더를 장착하면서도 정밀도가 높고 선형성이 보장되도록 모터의 회전을 제어할 수 있는 스마트 액추에이터 모듈 및 그 구동 제어 방법을 제공할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 실시예에 따르면, 정전 이후 전원이 투입되면 바로 액추에이터 현재 회전 위치값을 인식할 수 있으며, 따라서 전원의 온/오프가 잦은 환경에서 사용하기에 적합하다.
- [0023] 또한 번거로운 외부 보상없이도 높은 위치 정밀도를 유지할 수 있으며, 앵슬루트 인코더의 비선형성이 즉시 보상될 수 있다.
- [0024] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 액추에이터 모듈의 구성을 개략적으로 나타낸 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 액추에이터 모듈을 보여주는 사시도이다.
- 도 3 및 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 예시적인 대응 테이블이다.
- 도 5 및 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 액추에이터 모듈의 구동 제어 방법을 개략적으로 나타낸 플로우 차트이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 캘리브레이션 지그를 보여주는 사시도이다.
- 도 8은 도 7의 캘리브레이션 지그에 스마트 액추에이터 모듈을 장착한 모습을 보여주는 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0027] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉, 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0028] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 액추에이터 모듈의 구성을 개략적으로 나타낸 블록도, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 액추에이터 모듈을 보여주는 사시도이다.
- [0031] 도 1에 도시된 바와 같이, 스마트 액추에이터 모듈(1)은 액추에이터(10), 앵슬루트 인코더(20), 및 제어부(30)를 포함한다. 여기서, 스마트 액추에이터 모듈은 액추에이터 뿐만 아니라 컨트롤러, 센서, 통신부 등의 일부 또는 전부를 포함하는 모듈을 의미하며, 이를 통해 모터의 구동 및 센싱을 통해 피드백 제어가 가능하게 된다.

- [0032] 액추에이터(10)는 모터(11)와 감속기(12)를 갖는다. 모터(11)와 감속기(12)는 하나의 하우징 내에 수용될 수도 있고, 별도의 하우징에 수용될 수도 있다(도 2 참조).
- [0033] 감속기(12)는 모터(11)의 구동축에 연결되어 감속비 또는 기어비에 따라 감속하여 출력축으로 구동력을 전달할 수 있다. 이를 통해 모터(11)의 고속 저토크 입력이 저속 고토크의 출력으로 변환된다. 감속기(12)로는 기어식 감속기, 전동볼식 감속기, 싸이클로이드 감속기 등이 사용될 수 있으며, 물론 본 발명이 이러한 예로 한정되는 것은 아니다.
- [0034] 앵술루트 인코더(20)는 액추에이터(10)의 출력축(13)에 커플링된다. 즉, 도 2에 도시된 바와 같이, 앵술루트 인코더(20)의 내측 중앙 증공부에 액추에이터(10)의 출력축(13), 즉, 감속기(12)의 출력축이 결합되며, 이에 따라 액추에이터(10)의 출력 회전 위치를 검출하면서, 액추에이터(10)의 구동력이 외부 출력될 수 있다.
- [0035] 여기서, 앵술루트 인코더(20)는 예컨대 광학식 인코더일 수 있으며, 이 경우 회전 디스크의 슬릿 패턴이 이진부호 열로 동심원 상에 배치된다. 앵술루트 인코더(20)는 절대 위치값이 출력되며, 따라서 정전 상태에서 위치 이동이 발생해도 전원 투입후 바로 현재 위치를 검출할 수 있다. 또한 노이즈에 의한 오차 누적이 발생하지 않는다.
- [0036] 앵술루트 인코더(20)의 해상도는 액추에이터(10)의 1회전 해상도와 동일하다. 10bit의 분해능을 갖는 앵술루트 인코더(20)는 1,024의 1회전 해상도를 가지고, 따라서 액추에이터(10)의 1회전 해상도도 1,024가 된다. 이는, 1회전인 360도를 1,024 단계로 나누어 확인가능하다는 의미이다.
- [0037] 제어부(30)는 제어기(31)와 메모리(32)를 갖는다. 제어기(31)는 모터(11)와 앵술루트 인코더(20)의 구동을 제어하며, 메모리(32)는 제어기(31)에 연결되어 필요한 정보를 저장한다. 제어부(30)는 모터(11)와 동일한 하우징 내에 위치할 수 있으나, 이러한 구조로 한정되는 것은 아니다.
- [0038] 제어기(31)는 외부 명령에 따라 모터(11)를 회전시키고, 앵술루트 인코더(20)를 통해 모터(11)의 출력 위치값을 피드백받을 수 있다.
- [0039] 메모리(32)에는 대응 테이블(T)이 저장되며, 이 대응 테이블에는 앵술루트 인코더 위치값과 인크리멘탈 인코더(incremental encoder) 위치값의 관계가 일대일로 규정된다.
- [0040] 이와 관련하여, 도면을 참조하여 대응 테이블을 설명하기로 한다. 도 3 및 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 예시적인 대응 테이블이다.
- [0041] 도시된 바와 같이, 대응 테이블(T)의 좌측 열에는 앵술루트 인코더 위치값(a)이 자리하고, 우측 열에는 인크리멘탈 인코더 위치값(b)이 자리한다. 도 3을 참조하면, 앵술루트 인코더 위치값(a)의 0, 1, 2, 3, ..., 1024는 예시적으로 인크리멘탈 인코더 위치값(b)의 0, 12, 21, 29, ..., 10002와 각각 대응할 수 있다. 이러한 대응 테이블은, 인크리멘탈 인코더 위치값은 입력 대 출력값이 선형을 이루는데 반해, 앵술루트 인크리멘탈 인코더 위치값은 선형을 이루지 못하기 때문에 모터 구동 제어에 필요하게 된다. 앵술루트 인코더 위치값(a)과 인크리멘탈 인코더 위치값(b)은 캘리브레이션 지그를 이용한 실험을 통해 확정가능한데, 이에 대해서는 후술하기로 한다.
- [0042] 한편, 외부로부터 액추에이터(10)의 목표 위치값이 수신되면 제어기(31)는 이 목표 위치값에 대응하는 인크리멘탈 인코더 위치값을 연산한다. 이후, 메모리(32)에 저장된 대응 테이블(T)을 이용하여 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값에 대응하는 앵술루트 인코더 위치값을 결정한다. 이후, 제어기(31)는 메모리(32)로부터 결정된 앵술루트 인코더 위치값을 반환받아 이를 이용하여 모터(11)를 구동한다.
- [0043] 여기서, 제어기(31)는, 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값과 대응 테이블(T)에 저장된 인크리멘탈 인코더 위치값을 비교하여, 저장된 인크리멘탈 위치값 중 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값과 가장 가까운 값에 대응하는 앵술루트 인코더 위치값을 반환받을 수 있다.
- [0044] 실제 모터 구동의 예를 들면 다음과 같다. 먼저, 앵술루트 인코더가 10bit의 분해능을 가지면 1회전 해상도는 1024가 된다. 또한 캘리브레이션에서 사용한 인크리멘탈 인코더의 펄스수가 100펄스이고, 기어비(감속기)가 100:1이면, 모터 축이 1회전하는데에는 기어비와 인크리멘탈 인코더의 펄스수를 곱한 값, 즉 10,000의 펄서를 얻을 수 있다. 즉, 1회전 해상도가 10,000이 되고, 이는 1회전에 해당하는 360도 회전각을 10,000단계로 나누어

확인 가능하다는 의미가 된다.

- [0045] 액추에이터의 목표 위치값이 297도라고 하면, 이 목표 위치값에 대응하는 인크리멘탈 인코더 위치값은 $10,000 \times (297/360)$, 즉 8250이 된다. 도 4를 참조하면, 대응 테이블(T)에서 위 인크리멘탈 인코더 위치값(b)에 대응하는 앵솔루트 인코더 위치값(a), 즉 8250에 가장 가까운 인크리멘탈 인코더 위치값(b)인 8251에 대응하는 앵솔루트 인코더 위치값(a)인 824를 반환받게 된다. 따라서 제어기(31)는 앵솔루트 인코더(20)가 앵솔루트 인코더 위치값(a)인 824가 되도록 모터(11)를 구동한다.
- [0046] 다음으로, 도면을 참조하여 본 발명에 따른 스마트 액추에이터 모듈의 제어 방법을 설명하기로 한다.
- [0047] 도 5 및 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 액추에이터 모듈의 구동 제어 방법을 개략적으로 나타낸 플로우 차트이다.
- [0048] 도 5를 참조하면, 스마트 액추에이터 모듈의 구동 제어를 위해, 먼저 스마트 액추에이터 모듈(1)을 준비하고, 이 스마트 액추에이터 모듈(1)의 메모리(32)에 앵솔루트 인코더 위치값(a)과 인크리멘탈 인코더 위치값(b)의 관계를 일대일로 규정한 대응 테이블(T)을 저장한다(S10단계).
- [0049] 다음으로, 제어기(31)는 외부로부터 액추에이터의 목표 위치값을 수신한다(S20단계). 예컨대, 액추에이터 목표 위치값으로 297도의 회전각이 수신될 수 있다.
- [0050] 이후, 제어기(S30)는 목표 위치값에 대응하는 인크리멘탈 인코더 위치값을 연산한다(S30단계). 예컨대, 목표 위치값이 297도일 경우, 10,000의 해상도를 갖는 인크리멘탈 인코더 위치값을 연산하면, 8,250이 된다.
- [0051] 다음으로, 제어기(31)는 메모리(32)는 저장된 대응 테이블(T)로부터 앞에서 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값에 대응하는 앵솔루트 인코더 위치값을 반환받는다(S40단계).
- [0052] S40단계에서 제어기(31)는, 앞에서 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값과 메모리(32)에 저장된 대응 테이블(T)에 저장된 인크리멘탈 인코더 위치값을 비교하여, 저장된 인크리멘탈 위치값 중 앞에서 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값과 가장 가까운 값에 대응하는 앵솔루트 인코더 위치값을 반환받을 수 있다.
- [0053] 예컨대, S30단계에서 연산된 인크리멘탈 인코더 위치값이 8,250이라면, 대응 테이블(T)에서 이 연산값과 가장 가까운 값은 8,251이고, 이 인크리멘탈 인코더 위치값에 대응하는 앵솔루트 인코더 위치값은 824가 된다(도 4 참조).
- [0054] 마지막으로, 제어기(31)는 앞에서 반환된 앵솔루트 인코더 위치값을 이용하여 모터(11)를 구동한다(S50단계).
- [0055] 이러한 구동 제어를 통해, 인크리멘탈 인코더를 장착하지 않고 저해상도 앵솔루트 인코더만을 장착한 스마트 액추에이터 모듈(1)에서도, 높은 위치 정밀도를 달성하고, 선형성을 보장할 수 있게 된다.
- [0056] 도 6을 참조하여, 대응 테이블(T)을 메모리에 저장하는 단계(S10단계), 즉 인코더 위치값의 캘리브레이션 과정을 설명하면 다음과 같다.
- [0057] 먼저, 스마트 액추에이터 모듈(1)을 인크리멘탈 인코더가 장착된 캘리브레이션 지그(calibration jig)(40)에 장착한다(S11단계).
- [0058] 캘리브레이션 지그(40)의 구조와 그 사용예에 대한 일실시예를 도면을 참조하여 설명하기로 한다. 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 캘리브레이션 지그를 보여주는 사시도, 도 8은 도 7의 캘리브레이션 지그에 스마트 액추에이터 모듈을 장착한 모습을 보여주는 사시도
- [0059] 도 7에 도시된 바와 같이, 캘리브레이션 지그(40)는 하측 프레임(41a), 이 하측 프레임(41a)의 상면에서 서로 이격하여 수직 입설된 2개의 수직 프레임(41b, 41c), 및 하측 프레임(41a)과 수직 프레임(41b, 41c)에 연결된 전측 프레임(41d)을 포함할 수 있다. 또한, 전측 프레임(41d)에는 인크리멘탈 인코더(42)가 장착될 수 있다.
- [0060] 하측 프레임(41a), 수직 프레임(41b, 41c), 및 전측 프레임(41d)으로 이루어진 수용부에는 앵솔루트 인코더(20)가 구비된 스마트 액추에이터 모듈(1)이 장착될 있다. 도 8을 참조하면, 액추에이터(10)의 출력축(13)은 캘리브레이션 지그(40)에 마련된 인크리멘탈 인코더(42)의 내측 중앙 중공부에 결합된다.
- [0061] 캘리브레이션 지그의 형상이나 구조가 전술한 실시예로 한정되는 것은 아니다. 또한, 도시하지는 않았으나, 캘

리브레이션 지그에는 전원과 마스터 컨트롤러 등이 추가로 장착될 수 있다.

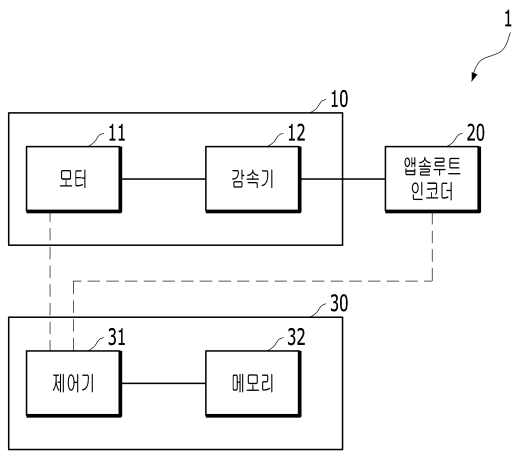
- [0062] 다시 도 6을 참고하면, S11단계 이후에, 액추에이터(10)를 구동하면서, 스마트 액추에이터 모듈(1)의 앵귤루트 인코더(20)의 출력값과, 캘리브레이션 지그(40)에 장착된 인크리멘탈 인코더(42)의 출력값을 동시에 측정한다(S12단계).
- [0063] 이후 측정된 앵귤루트 인코더(20)의 출력값과 인크리멘탈 인코더(42)의 출력값을 이용하여, 앵귤루트 인코더 위치값과 인크리멘탈 인코더 위치값의 관계를 일대일로 규정한 대응 테이블(T)을 작성하고, 이를 스마트 액추에이터 모듈(1)의 메모리(32)에 저장한다(S13단계).
- [0064] 예컨대, 1,024의 해상도를 갖는 앵귤루트 인코더(20)와, 10,000의 해상도를 갖는 인크리멘탈 인코더(42)를 이용하는 경우, 비선형성과 위치 에러, 노이즈 등이 없는 경우라면 앵귤루트 인코더(20)의 1024단계와 인크리멘탈 인코더(42)의 10,000단계가 일대일로 선형 대응할 것이다. 그러나 실제로는 앵귤루트 인코더(20)의 비선형성과 위치 에러, 노이즈 등에 따라 예컨대 비선형 대응 관계가 만들어진다. 이러한 대응 테이블(T)을 이용함으로써, 저해상도 앵귤루트 인코더(20)를 가진 스마트 액추에이터 모듈(1)을 이용하면서도 손쉽게 높은 고정밀도를 달성할 수 있게 된다.
- [0065] 진술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0066] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

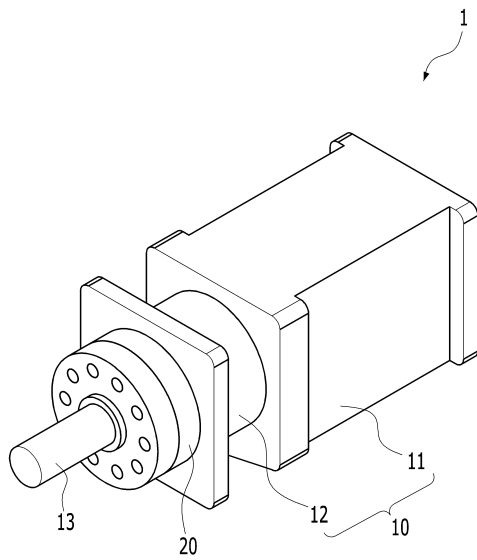
- [0067] 1: 스마트 액추에이터 모듈
- 10: 액추에이터
- 11: 모터
- 12: 감속기
- 20: 앵귤루트 인코더
- 30: 제어부
- 31: 제어기
- 32: 메모리
- 40: 캘리브레이션 지그
- 42: 인크리멘탈 인코더
- T: 대응 테이블

도면

도면1



도면2



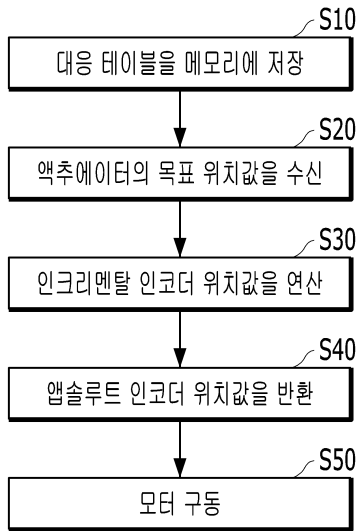
도면3

absolute encoder position	incremental encoder position
0	0
1	12
2	21
3	29
⋮	⋮
1,024	10,002

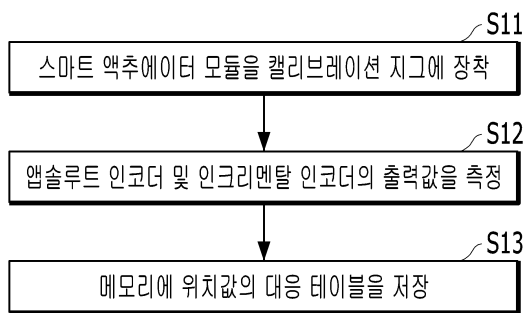
도면4

absolute encoder position	incremental encoder position
⋮	⋮
823	8,238
824	8,251
825	8,259
⋮	⋮

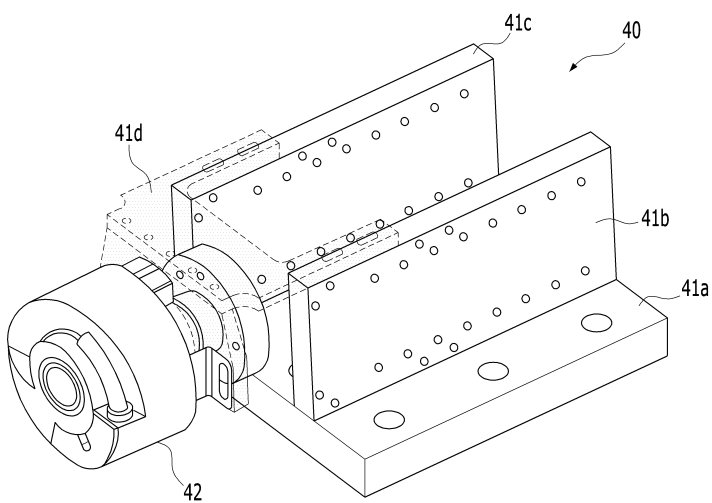
도면5



도면6



도면7



도면8

