(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년06월05일
(11) 등록번호 10-1743367
(24) 등록일자 2017년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02P 5/46 (2006.01) *H02K 7/116* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02P 5/46 (2013.01)
H02K 7/116 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0171732
(22) 출원일자 2015년12월03일
심사청구일자 2015년12월03일
(56) 선행기술조사문헌
JP2005245058 A*
JP08240513 A*
JP61085090 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
공경철
서울특별시 관악구 봉천로 387, 102동 1304호 (봉천동, 두산아파트)
최정수
경기도 남양주시 진접읍 내각2로 46, 3동 204호(진주동부아파트)
나병훈
서울특별시 마포구 백범로 36-1, 301호 (신수동)
(74) 대리인
서현, 민복기

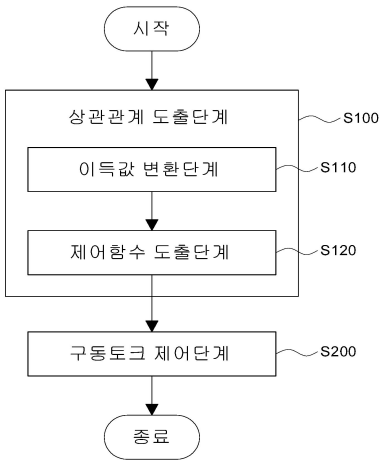
전체 청구항 수 : 총 3 항 심사관 : 곽태근

(54) 발명의 명칭 **모듈형 구동기 및 그 동기화 제어방법**

(57) 요 약

본 발명은 복수 개의 모터를 구비하는 모듈형 구동기에 인가되는 입력 인가전류와 모듈형 구동기의 출력 구동토크의 상관관계에 대한 데이터 또는 관계식에 근거하여, 신속하고 정확하게 목표 출력토크를 발생시킬 수 있도록 제어되는 모듈형 구동기 및 그 동기화 제어방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도7



(52) CPC특허분류
H02P 2205/05 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711023563
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 재단법인 한국연구재단
연구사업명 신진연구자지원
연구과제명 고속주행 로봇의 신개념 하이브리드 구동기 연구
기 여 율 1/1
주관기관 서강대학교
연구기간 2015.05.01 ~ 2016.04.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

복수의 모터를 동기화하여 구동하는 모듈형 구동기에 있어서,

복수의 상기 모터;

복수의 상기 모터의 모터 샤프트에 의하여 각각 구동되는 복수의 기어부;

복수의 상기 기어부의 구동에 따라 회전 구동하는 링기어 형태의 내접기어;

상기 내접기어의 외주면을 감싸도록 상기 내접기어에 체결되는 디스크 형태의 구동부재; 및

상기 모듈형 구동기의 출력인 구동토크(f(x))와 입력 인가전류의 크기(x)에 따른 아래의 제어함수를 만족하도록 목표 구동토크에 대응하는 입력 인가전류를 모듈형 구동기에 인가하는 제어부;를 포함하고,

복수의 상기 모터는 상기 구동부재의 회전축을 중심으로 등간격 이격되어 배치되는 것을 특징으로 하는 모듈형 구동기.

- 아래 -

$$f(x) = a*x^{b}+c$$

* c의 수치 범위는 모듈형 구동기를 구성하는 모터의 개수 이하로서 양수

청구항 6

삭제

청구항 7

제5항에 있어서,

복수의 상기 기어부 각각은 서로 다른 평행축 상에 서로 연결되는 복수의 기어를 포함하여 복수의 상기 기어의 회전을 통해 상기 내접기어를 회전 구동시키는 것을 특징으로 하는 모듈형 구동기.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 내접기어는 복수의 상기 기어부 각각을 구성하는 적어도 하나의 상기 기어와 내접하여 복수의 상기 기어부에 회전에 의하여 회전 구동되는 것을 특징으로 하는 모듈형 구동기.

청구항 9

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 모듈형 구동기 및 그 동기화 제어방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 복수 개의 모터를 구비하는 모듈형 구동기에 인가되는 입력 인가전류와 모듈형 구동기의 출력 구동토크의 상관관계에 대한 데이터 또는 관계식에 근거하여, 신속하고 정확하게 목표 출력토크를 발생시킬 수 있도록 제어되는 모듈형 구동기 및 그 동기화 제어방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 구동기(Actuator)는 동력을 이용하여 기계를 동작(구동)시키는 장치로서, 메카트로닉스(Mechatronics) 분야에서는 전류가 흐르는 도체가 자기장 속에서 받는 힘을 이용하여 전기적 에너지를 역학적 에너지로 바꾸는 모터(motor)가 대표적이며, 최근에는 소형화 및 고출력화 되고 있다.

[0003] 하나의 구동기를 통해서 제공될 수 있는 동력, 즉, 구동토크에는 한계가 있으므로, 복수의 구동기가 모듈화(이하, '모듈형 구동기라'함)되어 적용될 수 있으며, 모듈화된 복수의 구동기는 일시에 구동 제어되어 기계를 구동시킬 수 있다.

[0004] 이와 같은 모듈형 구동기(Modular)는 복수의 구동기에서 발생된 구동토크를 하나의 구동축으로 출력하므로 복수의 구동기의 동기화 제어가 반드시 필요할 수 있다.

[0005] 모듈형 구동기를 구동함에 있어서 인가되는 입력 인가전류 크기의 제어는 출력될 수 있는 출력 구동토크의 크기와 직결될 수 있으므로, 입력 인가전류 크기의 제어 기술은 매우 중요하다.

[0006] 그러나, 모듈형 구동기는 인가되는 입력 인가전류 크기에 대한 출력되는 출력 구동토크의 크기가 단순 비례하지 않는 경우가 대부분이다.

[0007] 따라서, 단순히 하나의 구동기에 대한 입력 인가전류에 대한 출력 구동토크를 구동기의 개수로 곱한 형태로 취합된 구동토크가 발생되지 않거나, 입력 인가전류의 크기를 계속 증가시켜도 출력 구동토크가 더 이상 증가되지 않는 등의 특성을 보인다.

[0008] 이는 내부의 감속구조의 마찰, 소음, 진동 또는 외란 등이 그 원인일 수 있으며, 모듈형 구동기를 통해 정확하게 상황에 따라 요구되는 정확한 출력 구동토크를 얻기 위해서는 새로운 제어방법이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 복수 개의 모터를 구비하는 모듈형 구동기에 인가되는 입력 인가전류와 모듈형 구동기의 출력 구동토크의 상관관계에 대한 데이터 또는 관계식에 근거하여, 신속하고 정확하게 목표 출력토크를 발생시킬 수 있도록 제어되는 모듈형 구동기 및 그 동기화 제어방법을 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기의 동기화 제어방법은, 상기 모듈형 구동기에 인가되는 입력 인가전류의 크기에 따른 상기 모듈형 구동기의 출력 구동토크 크기의 상관관계를 도출하는 상관관계 도출단계 및 상기 상관관계 도출단계에서 도출된 상기 입력 인가전류의 크기에 따른 상기 모듈형 구동기의 구동토크 크기의 관계를 통해, 상기 모듈형 구동기의 목표 구동토크에 대응하는 상기 입력 인가전류를 상기 모듈형 구동기에 인가하여 상기 모듈형 구동기를 상기 목표 구동토크로 구동되도록 제어하는 구동토크 제어단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 상관관계 도출단계는 상기 모듈형 구동기의 사전 구동실험을 통해 상기 입력 인가전류 크기에 따른 상기 모듈형 구동기의 출력 구동토크 크기의 데이터베이스를 확보하는 방법으로 수행될 수 있다.

[0012] 그리고, 상기 상관관계 도출단계는, 상기 모듈형 구동기의 출력 구동토크의 크기를 단위모터의 구동토크의 크기에 대한 상기 모듈형 구동기의 구동토크 크기의 비율로 정의되는 이득값으로 변환하는 이득값 변환단계 및 상기 입력 인가전류에 따른 상기 이득값에 대한 상기 데이터베이스를 커브피팅(curve-fitting)하여 상기 입력 인가전류 크기에 대한 상기 모듈형 구동기의 출력 구동토크 크기의 상관관계가 성립된 제어함수를 도출하는 제어함수 도출단계를 포함할 수 있다.

[0013] 여기서, 상기 제어함수 도출단계는 상기 입력 인가전류에 따른 상기 이득값에 대한 상기 데이터베이스를 커브피팅하여 하기 식으로 표현되는 상기 제어함수를 도출할 수 있다.

[0014] $$f(x) = a^{*}x^{b}+c$$

[0015] * x는 입력 인가전류의 크기, c의 수치 범위는 모듈형 구동기를 구성하는 모터의 개수 이하로서 양수.

[0016] 한편, 본 발명의 하나의 실시예에 따라 상기 모듈형 구동기의 동기화 제어방법을 통해 복수의 모터를 동기화하여 구동하는 모듈형 구동기는, 복수의 상기 모터, 복수의 상기 모터의 모터 샤프트에 의하여 각각 구동되는 복수의 기어부, 복수의 상기 기어부의 구동에 따라 회전 구동하는 링기어 형태의 내접기어, 상기 내접기어의 회전 구동에 따라 회전 구동하는 구동부재 및 상기 모듈형 구동기의 동기화를 제어하여 상기 모듈형 구동기의 구동토크를 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.

[0017] 여기서, 복수의 상기 모터는 상기 구동 출력단의 회전축을 중심으로 등간격 이격되어 배치될 수 있다.

[0018] 이 경우, 복수의 상기 기어부 각각은 서로 다른 평행축 상에 서로 연결되는 복수의 기어를 포함하여 복수의 상기 기어의 회전을 통해 상기 내접기어를 회전 구동시킬 수 있다.

[0019] 또한, 상기 내접기어는 복수의 상기 기어부 각각을 구성하는 적어도 하나의 상기 기어와 내접하여 복수의 상기 기어부에 회전에 의하여 회전 구동될 수 있다.

[0020] 그리고, 상기 구동부재는 내측이 상기 내접기어의 외주면을 감싸도록 상기 내접기어에 체결되는 디스크 형태일 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 하나의 실시예에 따르면 모듈형 구동기에 인가되는 입력 인가전류의 크기 및 상기 모듈형 구동기의 출력 구동토크의 크기에 대한 관계 도출을 통해 상기 모듈형 구동기가 출력할 수 있는 출력 구동토크를 정밀하게 제어할 수 있다.

[0022] 또한, 모듈형 구동기의 입력 인가전류 및 출력 구동토크 간의 상관관계 도출을 비교적 간단한 절차를 통해 수행 가능하므로 상기 모듈형 구동기의 신속한 구동토크 제어가 가능할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기를 도시한다.

도 2는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기의 분해 사시도를 도시한다.

도 3은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모터, 감속 구조를 포함하지 않는 기어부, 및 내접기어 간의 결합도를 도시한다.

도 4는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모터, 감속구조를 포함하는 기어부, 및 내접기어 간의 결합도를 도시한다.

도 5는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기의 모듈 하우징의 결합관계를 도시한다.

도 6은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기에서 구동부재가 분리된 구성을 도시한다.

도 7은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기의 동기화 제어방법의 흐름도를 도시한다.

도 8는 본 발명의 하나의 실시예에 따라 모듈형 구동기의 사전 구동실험을 통해 확보된 데이터베이스의 커브피팅을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명된 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록, 그리고 당업자에게 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조 번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[0025] 본 발명은 복수의 모터 (Motor)를 구비하고, 복수의 모터를 동기화하여 구동되는 모듈형 구동기 (Modular Actuator) 및 그 동기화 제어방법에 관한 것으로, 상기 모듈형 구동기에 대해 살펴보기로 한다.

[0026] 도 1은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기를 도시하고, 도 2는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기의 분해 사시도를 도시한다.

[0027] 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기(1000)는 복수의 모터(100a, 100b, 100c), 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)에 의하여 각각 구동되는 복수의 기어부(200a, 200b, 200c), 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c)의 구동에 따라 회전 구동하는 링기어 형태의 내접기어(300), 상기 내접기어(300)의 회전 구동에 따라 회전 구동하는 구동부재(400), 및 상기 모듈형 구동기(1000)의 동기화를 제어하여 상기 모듈형 구동기(1000)의 구동토크를 제어하는 제어부(미도시)를 포함할 수 있다.

[0028] 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)는 각각의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)를 회전 구동시키며, 각각의 상기 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)를 통해 구동 대상에 구동토크를 제공할 수 있다.

[0029] 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)는 회전축의 회전을 통하여 구동토크를 구동 대상에 전달할 수 있는 것이라면 특별히 한정되지 않으나, 일 예로, 반도체 소자를 이용한 스위칭을 통해 구동하는 BLDC 모터(Brush-Less Direct Current Motor)가 사용될 수 있다.

[0030] 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c) 각각으로부터 제공되는 구동토크는 상기 내접기어(300)를 통해 취합되어 내접기어(300)에 장착되어 상기 내접기어(300)의 회전 구동에 따라 회전 구동하는 상기 구동부재(400)를 회전 구동시킬 수 있으며, 따라서, 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)는 상기 구동부재(400)의 회전축을 중심으로 등간격 이격되어 배치될 수 있으며, 이를 통해, 상기 내접기어(300)를 통해 복수의 상기 내접기어(300)의 회전 구동 및 이를 통한 구동토크의 취합이 용이할 수 있다. 상기 내접기어(300) 및 이에 장착되는 상기 구동부재(400)에 대한 자세한 설명은 후술할 수 있다.

[0031] 도 3은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모터(100a, 100b, 100c), 감속 구조를 포함하지 않는 기어부(200a, 200b, 200c), 및 내접기어(300) 간의 결합도를 도시한다.

[0032] 도 3을 참조하면, 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)는 각각 하나의 기어(210a, 210b, 210c)로 구성된 상기 기어부(200a, 200b, 200c)와 연결되며, 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)를 통해 회전하는 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c)는 상기 내접기어(300)의 내측과 맞물려 상기 내접기어(300)를 회전시킬 수 있다.

[0033] 즉, 상기한 예에서, 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c)는 동시에 회전하여 상기 내접기어(300)를 회전시킴으로써, 이를 통해, 각각의 상기 모터(100a, 100b, 100c)에서 제공되는 구동토크를 상기 내접기어(300)를 통해 취합시킬 수 있다.

[0034] 이와 다른 실시예에 따르면, 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c)는 감속구조를 포함하여, 각각 증폭된 구동토크를 통해 상기 내접기어(300)를 구동시킬 수 있으며, 따라서, 상기 내접기어(300)를 통해 취합되는 구동토크의 크기가 더욱 증가될 수 있다.

[0035] 도 4는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모터, 감속구조를 포함하는 기어부, 및 내접기어 간의 결합도를 도시한다.

[0036] 도 4를 참조하면, 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)는 각각 복수의 상기 기어(210a, 210b, 210c)를 포함하는 기어부(200a, 200b, 200c)를 구동시킬 수 있으며, 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c) 각각을 구성하는 복수의 상기 기어(210a, 210b, 210c)는 서로 연결된 구조를 통해 감속구조를 형성할 수 있다.

[0037] 여기서, 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c) 각각은 서로 다른 평행축 상에서 서로 연결되어 회전하는 복수의 기어(210a, 210b, 210c)를 포함할 수 있다.

[0038] 도 2 및 도 4를 참조하면, 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c) 각각을 구성하는 복수의 상기 기어(210a,

210b, 210c)는, 구동토크를 제공하는 각각의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c) 및 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)와 평행하게 배치되는 적어도 하나의 기어축(211a, 211b, 211c) 각각에 구비되어 서로 맞물릴 수 있으며, 이를 통해, 상기 기어부(200a, 200b, 200c)는 감속구조를 형성할 수 있다.

[0039] 여기서, 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c) 및 상기 기어축(211a, 211b, 211c) 각각에 구비되는 상기 기어(210a, 210b, 210c)는 도 2 및 도 4에서 도시하듯이 상기 기어축(211a, 211b, 211c) 상에 복수 개가 적층되어 동일한 회전축으로 회전하도록 구비될 수 있으며, 이는, 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기(1000)를 설계함에 있어서, 상기 모듈형 구동기(1000)가 구현할 수 있는 구동토크를 조절하기 위한 다양한 실시예중 하나일 수 있으며, 따라서, 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터(100a, 100b, 100c)샤프트 및 상기 기어축(211a, 211b, 211c)을 통한 상기 기어부(200a, 200b, 200c)의 조합 형태에 관한 자세한 설명은 논외로 한다.

[0040] 따라서, 상기 기어부(200a, 200b, 200c)는 감속구조를 포함하지 않을 수도, 또는 포함할 수도 있으며, 상기 기어부(200a, 200b, 200c)의 상기 감속구조 채택 유무는 요구되는 구동토크의 크기 또는 적용대상 등에 따라 결정될 수 있다.

[0041] 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c)는 상기 내접기어(300)를 회전 구동시킬 수 있으며, 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c)를 통해 회전하는 상기 내접기어(300)의 회전 구동에 따라 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c) 각각으로부터 제공되는 구동토크는 취합 또는 합산될 수 있다.

[0042] 여기서, 상기 내접기어(300)는 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c) 각각을 구성하는 적어도 하나의 기어(210a, 210b, 210c)와 내접하여 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c)에 의하여 구동될 수 있다.

[0043] 구체적으로, 상기 내접기어(300)는 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c) 각각을 구성하는 적어도 하나의 상기 기어(210a, 210b, 210c)와 내접할 수 있으며, 이를 통해, 상기 내접기어(300)는 복수의 상기 기어(210a, 210b, 210c)와 모두 연결될 수 있으며, 복수의 상기 기어(210a, 210b, 210c)가 회전할 경우, 이에 따라 회전 구동될 수 있다.

[0044] 상기 내접기어(300)는 도 2 내지 도 4에 도시된 바와 같이, 내측에 톱니를 형성하고, 중심으로부터 둘레의 모든 영역까지의 거리가 일정한 원 형태의 링기어(210a, 210b, 210c)일 수 있으며, 따라서, 상기 내접기어(300)는 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 회전에 따라 일정한 회전축으로 회전 구동될 수 있다.

[0045] 만약, 상기 내접기어(300)의 형태가 상기한 바와 다른, 타원이나 또는 다른 형태의 도형일 경우, 회전축으로부터 외곽 둘레까지의 거리가 회전함과 동시에 지속적으로 불규칙하게 변경되어 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c)와의 맞물림 및 이를 통한 회전 구동이 불가능할 수 있다.

[0046] 따라서, 상기 내접기어(300)는 중심으로부터 둘레의 모든 영역까지의 거리가 일정한 원 형태로 형성되는 것이 바람직할 수 있다.

[0047] 상기 내접기어(300)는 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c)와 연결되어 일정한 회전축으로 회전해야 하므로, 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c) 각각을 구성하는 상기 기어(210a, 210b, 210c)의 회전축으로 구비될 수 있는 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c) 및/또는 상기 기어축(211a, 211b, 211c)은 상기 내접기어(300)의 회전축과 평행할 수 있으며, 또한, 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c) 각각을 구성하는 상기 기어(210a, 210b, 210c) 중 상기 내접기어(300)의 내측면과 맞물려 연결되는 상기 기어(210a, 210b, 210c)는 상기 내접기어(300)와 동일한 높이로서 구성될 수 있다.

[0048] 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)로부터 제공된 구동토크는 상기 기어부(200a, 200b, 200c)를 통해 상기 내접기어(300)에 전달되어 상기 내접기어(300)를 회전시킬 수 있고, 상기 내접기어(300)는 상기 구동부재(400)를 회전 구동시킬 수 있다.

[0049] 상기 구동부재(400)는 디스크 형태로 구비되어 내측이 상기 내접기어(300)의 외주면을 감싸도록 상기 내접기어(300)에 체결될 수 있다.

[0050] 상기 구동부재(400)는 상기 내접기어(300)와 대응되는 형상으로서, 상기 내접기어(300)와 같이 측면 둘레의 형상이 원형일 수 있으며, 내측면에 상기 내접기어(300)가 안착되게 상기 내접기어(300)의 외주면을 감싸도록 상기 내접기어(300)에 체결될 수 있다.

[0051] 따라서, 상기 구동부재(400)는 상기 내접기어(300)의 회전 구동에 의해, 상기 내접기어(300)와 동일한 회전축으로 회전할 수 있다.

[0052] 그러나, 상기 구동부재(400)는 상기한 형상에 한정되지 않으며, 상기 내접기어(300)의 회전 구동에 의해 상기 내접기어(300)와 동일한 회전축으로 회전 구동할 수 있는 형상이라면 어떠한 형상이라도 가능하다.

[0053] 도 5는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기의 모듈 하우징(500)의 결합관계를 도시한다.

[0054] 전술한 설명에서 참조되었던 도 1 및 도 2와 도 5를 참조하면, 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기(1000)는 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)가 관통되어 연장되며, 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)에 의하여 각각 구동되는 복수의 기어부(200a, 200b, 200c)를 수용하는 모듈 하우징(500)을 포함할 수 있다.

[0055] 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)는 상기 모듈 하우징(500)에 고정될 수 있으며, 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 모듈 하우징(500)은 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c) 각각이 관통될 수 있는 모터 샤프트(110a, 110b, 110c) 관통부(520)를 포함할 수 있다.

[0056] 따라서, 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)는 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)가 상기 모듈 하우징(500)에 관통되어 연장됨에 따라 상기 모듈 하우징(500)에 지지되어 고정될 수 있다.

[0057] 여기서, 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c) 각각도 상기 모듈 하우징(500)에서 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)가 관통되어 연장된 동일 면 상에 구비되어 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)와 연결될 수 있다.

[0058] 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c)는 각각의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)에 구비되거나 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)와 다른 평행성상에 배치되는 상기 기어축(211a, 211b, 211c) 상에 구비되는 기어(210a, 210b, 210c)를 포함할 수 있으며, 상기 기어(210a, 210b, 210c)가 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c) 상에 구비되는 경우, 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)는 각각의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)를 상기 모듈 하우징(500)의 모터 샤프트 관통부(520)를 통해 관통한 상태로 모듈 하우징에 고정되므로, 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)에 구비되는 상기 기어(210a, 210b, 210c) 또한 상기 모듈 하우징(500)을 통해 안정적인 회전축 상에 위치하여 정상적인 회전 구동될 수 있다.

[0059] 그러나, 상기 기어부(200a, 200b, 200c)를 구성하는 상기 기어(210a, 210b, 210c)가 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)가 아닌 상기 기어축(211a, 211b, 211c)에 구비되는 경우, 상기 기어축(211a, 211b, 211c)은 상기 기어(210a, 210b, 210c)가 정상적으로 회전 구동되도록 상기 모듈 하우징(500)에 고정되는 것이 바람직하다.

[0060] 따라서, 상기 모듈 하우징(500)은 복수의 상기 기어축(211a, 211b, 211c)이 고정될 수 있는 기어축 하부 고정홀(552)을 포함할 수 있으며, 이에 따라, 상기 기어축 하부 고정홀(552)에 일단이 고정된 상기 기어축(211a, 211b, 211c)에 구비되는 상기 기어(210a, 210b, 210c)는 상기 모터 샤프트(110a, 110b, 110c)에 의해 정상적인 회전 구동이 가능할 수 있다.

[0061] 도 6은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기에서 구동부재가 분리된 상태의 사시도를 도시한다

[0062] 여기서, 일단이 상기 기어축(211a, 211b, 211c) 하부 고정홀(552)을 통해 상기 모듈 하우징(500)에 고정된 상기 기어축(211a, 211b, 211c)의 타단 역시 고정될 수 있으며, 이를 통해 상기 기어축(211a, 211b, 211c)의 더욱 완전한 고정 및 이를 통한 상기 기어축(211a, 211b, 211c)에 구비되는 상기 기어(210a, 210b, 210c)의 안정적인 회전 구동을 가능하게 할 수 있다.

[0063] 따라서, 일단이 상기 모듈 하우징(500)의 상기 기어축(211a, 211b, 211c) 하부 고정홀(552)에 고정된 상기 기어축(211a, 211b, 211c)의 타단은 상기 모듈 하우징(500)에서 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 샤프트가 돌출된 면과 대향되는 면으로 상기 기어축(211a, 211b, 211c)의 타단을 고정하는 기어 고정판(250)을 포함할 수 있다.

[0064] 상기 기어(210a, 210b, 210c) 고정판(250)은 도 2 및 도 6을 참조하여 알 수 있듯이, 상기 기어축(211a, 211b, 211c)의 타단을 고정할 수 있는 기어축 상부 고정홀(252)을 포함할 수 있으며, 이를 통해, 상기 모듈 하우징(500)의 상기 기어축 하부 고정홀(552)을 통해 일단이 고정되고, 상기 기어 고정판(250)의 상기 기어축 상부 고

정홀(252)을 통해 타단이 고정된 상기 기어축(211a, 211b, 211c)은 일단 및 타단이 안정적으로 고정되어 상기 기어축(211a, 211b, 211c)상에 구비될 수 있는 상기 기어(210a, 210b, 210c)를 안정적이고 정상적으로 회전 구동시키는 축으로서 작용할 수 있다.

[0065] 상기 기어축(211a, 211b, 211c)은 일단이 상기 기어축 하부 고정홀(552)을 통해 고정되고 타단이 상기 기어축 상부 고정홀(252)을 통해 고정됨에 있어서 베어링(212a, 212b, 212c)을 매개로 각각 고정되어 상기 기어축(211a, 211b, 211c)에 구비되는 상기 기어(210a, 210b, 210c)의 회전 구동을 더욱 원활하게 할 수 있으나, 일반적으로 회전축을 통해 구동 또는 회전 구동하는 장치에 있어서 상기 베어링(212a, 212b, 212c)은 필수적이고 보편적인 사항이므로 이에 대한 설명은 생략할 수 있다.

[0066] 상기 기어 고정판(250)은 상기 기어축(211a, 211b, 211c)의 타단을 고정할 수 있으므로, 상기 기어축(211a, 211b, 211c)의 일단이 고정되는 상기 기어축 하부 고정홀(552)을 포함하는 상기 모듈 하우징(500)과 상기 기어 고정판(250) 사이에는 상기 기어부(200a, 200b, 200c)가 위치할 수 있는 소정 공간이 존재할 수 있다.

[0067] 따라서, 상기 모듈 하우징(500) 및 상기 기어(210a, 210b, 210c) 고정판(250) 사이 소정 공간에는 복수의 상기 기어부(200a, 200b, 200c)가 연결된 상기 내접기어(300)가 위치할 수 있다.

[0068] 여기서, 상기 기어 고정판(250)은 상기 내접기어(300) 및 상기 내접기어(300)에 체결하는 상기 구동부재(400) 사이에 위치할 수 있으며, 만약, 상기 기어 고정판(250)이 상기 내접기어(300) 및 상기 구동부재(400) 사이에서 상기 내접기어(300) 및/또는 상기 구동부재(400)와 체결할 경우, 상기 구동부재(400) 및 상기 내접기어(300)가 회전함에 있어서, 상기 구동부재(400) 및 상기 내접기어(300) 외의 다른 구성들도 모두 회전되어 상기 모듈형 구동기(1000)의 구동 자체가 불가능해지는 문제점이 발생할 수 있다.

[0069] 따라서, 상기 구동부재(400)는 서로 체결되는 상기 내접기어(300) 및 상기 구동부재(400) 사이에 위치하되, 상기 내접기어(300) 및/또는 상기 구동부재(400)와 체결하지 않은 상태로 위치할 수 있으며, 상기 기어축(211a, 211b, 211c)의 타단에 상기 기어축 상부 고정홀(252)을 통해 고정된 상태로 위치할 수 있다.

[0070] 이상에서, 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기(1000)에 대해서 살펴보았다.

[0071] 상기 모듈형 구동기(1000)는 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)로부터 제공될 수 있는 구동토크의 취합 제공이 가능하므로 상대적으로 높은 구동토크를 필요로 하는 구동 대상을 효율적으로 구동할 수 있으며, 적용되는 구동 대상에 따라 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 개수 조절이 용이하여 구동 대상에 대한 유연한 적용이 가능할 수 있다.

[0072] 이러한, 상기 모듈형 구동기(1000)는 구동토크를 필요로 하는 어떠한 장치에도 유용하게 적용될 수 있으며, 일예로, 관절을 포함하는 로봇에 적용될 수 있으며, 더욱 바람직하게는 관절을 포함하는 로봇에서 비교적 높은 구동토크를 필요로하는 고관절 영역의 구동에 유용하게 적용될 수 있다.

[0073] 상기 모듈형 구동기(1000)는 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)를 동기화하여 구동되는 바, 상기 모듈형 구동기(1000)가 출력될 수 있는 최대 출력 구동토크는 상기 모듈형 구동기(1000)를 구성하는 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c) 각각의 구동토크의 합으로 예측 가능할 수 있으며, 이를 통해, 상기 모듈형 구동기(1000)는 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c) 각각의 구동출력의 합으로 예측될 수 있는 최대 출력 구동토크 내에서 출력할 수 있는 출력 구동토크의 크기를 제어하여 적용되는 장치의 구동대상에 제공할 수 있다.

[0074] 즉, 상기 모듈형 구동기(1000)는 적용되는 장치가 필요로 하는 구동토크의 크기에 따라 포함될 수 있는 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 개수가 결정될 수 있으며, 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 가능한 출력 구동토크는 포함될 수 있는 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 구동토크 합의 범위 내에서 제어될 수 있다.

[0075] 여기서, 상기 구동기의 출력 구동토크는 상기 모듈형 구동기(1000)의 동기화를 제어하기 위해 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가되는 입력 인가전류를 제어하는 상기 제어부를 통해 제어될 수 있다.

[0076] 그러나, 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크는 인가되는 입력 인가전류의 크기에 대해 규칙적인 증가성향을 보이지 않을 수 있으며, 특히, 상기 입력 인가전류가 일정 수치 이하일 경우에는, 상기 모듈형 구동기(1000)의 낮은 출력 구동토크로 인해 상기 모듈형 구동기(1000)가 상기 모듈형 구동기(1000) 내부의 감속구조로 인한 마찰, 진동 또는 외란의 영향에 더욱 민감하게 반응할 수 있으므로, 상기 입력 인가전류에 대한 상기 출력 구동토크의 비규칙성은 더욱 심해질 수 있다.

[0077] 이와 같은, 상기 모듈형 구동기(1000)의 입력 인가전류에 대한 상기 출력 구동토크의 비규칙적인 출력 경향은

상기 모듈형 구동기(1000)의 목표 출력 구동토크를 정확하게 제어할 수 없음을 의미한다.

[0078] 따라서, 상기 모듈형 구동기(1000)를 구동함에 있어서, 상기 입력 인가전류에 대해 불규칙한 출력 경향을 보이는 상기 출력 구동토크의 정밀한 제어를 가능하게 하는 방법이 요구되며, 이러한 요구사항은 이하에서 설명될 상기 모듈형 구동기(1000)의 동기화 제어방법을 통해 제공될 수 있다.

[0079] 도 7은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기의 동기화 제어방법의 흐름도를 도시한다.

[0080] 이하에서는, 상술한 바의 상기 모듈형 구동기(1000)를 참조하여 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기(1000)의 동기화 제어방법에 대해 설명하기로 한다.

[0081] 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기(1000)의 동기화 제어방법은, 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가되는 입력 인가전류의 크기에 따른 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크 크기의 상관관계를 도출하는 상관관계 도출단계(S100) 및 상기 상관관계 도출단계(S100)에서 도출된 상기 입력 인가전류의 크기에 따른 상기 모듈형 구동기(1000)의 구동토크 크기의 관계를 통해, 상기 모듈형 구동기(1000)의 목표 구동토크에 대응하는 상기 입력 인가전류를 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가하여 상기 모듈형 구동기(1000)를 상기 목표 구동토크로 구동되도록 제어하는 구동토크 제어단계(S200)를 포함할 수 있다.

[0082] 상기 목표 구동토크는 상기 모듈형 구동기(1000)가 적용되는 장치의 구동 대상을 구동하기 위한 목표 또는 요구되는 크기를 갖는 출력 구동토크일 수 있으며, 상기 목표 구동토크는 상기 모듈형 구동기(1000)에 포함될 수 있는 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)가 제공할 수 있는 각각의 구동토크의 합의 범위 내에서 조절되어 제공될 수 있다.

[0083] 상기 모듈형 구동기(1000)는 구동대상의 작동 상황에 따라 요구되는 목표 구동토크에 따라 구동되어야 한다. 요구되는 목표 구동토크보다 실제공 구동토크가 작은 경우 구동대상을 구동시키지 못하거나 오작동시킬 수 있으며, 목표 구동토크보다 실제공 구동토크가 큰 경우에는 마찬가지로 오작동 또는 구동대상의 고장 등의 문제를 유발할 수 있다.

[0084] 따라서, 상기 모듈형 구동기(1000)는 구동대상의 정상적인 구동을 가능하게 하는 상기 목표 구동토크에 따라 정확하게 제어되어 목표 구동토크를 제공해야 한다.

[0085] 그러나, 상기 모듈형 구동기(1000)는 상기 입력 인가전류의 크기에 대해 출력되는 상기 출력 구동토크의 크기가 불규칙적인 성향을 보일 수 있으므로, 인가되는 상기 입력 인가전류의 크기에 대해 출력할 수 있는 상기 출력 구동토크 크기에 대한 정확한 데이터가 요구되며, 이는 상기 상관관계 도출단계(S100)를 통한 상기 입력 인가전류의 크기에 따른 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크 크기의 상관관계를 사전에 파악하는 방법으로 수행될 수 있다.

[0086] 상기 상관관계 도출단계(S100)는 상기 모듈형 구동기(1000)의 사전 구동실험을 통해 상기 입력 인가전류 크기에 따른 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크 크기의 데이터베이스를 확보하여, 확보된 상기 데이터베이스를 바탕으로 상기 입력 인가전류 크기에 따른 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크 크기의 상관관계를 도출하는 방법으로 수행될 수 있다.

[0087] 구체적으로, 상기 상관관계 도출단계(S100)는, 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크의 크기를 단위모터(100a, 100b, 100c)의 구동토크의 크기에 대한 상기 모듈형 구동기(1000)의 구동토크 크기의 비율로 정의되는 이득(gain)값으로 변환하는 이득값 변환단계(S110) 및 상기 입력 인가전류에 따른 상기 이득값에 대한 상기 데이터베이스를 커브피팅하여 상기 입력 인가전류 크기에 대한 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크 크기의 상관관계가 성립된 제어함수를 도출하는 제어함수 도출단계(S120)를 포함할 수 있다.

[0088] 전술한 바와 같이, 상기 모듈형 구동기(1000)는 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)를 동기화하여 구동하므로 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c) 각각, 즉, 상기 모듈형 구동기(1000)를 구성하는 상기 단위모터(100a, 100b, 100c) 각각의 구동토크의 합의 범위 내에서 상기 출력 구동토크가 제어될 수 있다.

[0089] 구체적으로, 상기 모듈형 구동기(1000)는 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 구동토크의 합의 범위 내에서 상기 모듈형 구동기(1000)의 최대 출력 구동토크가 결정될 수 있으므로 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크의 크기는 상기 단위모터(100a, 100b, 100c)의 구동토크의 크기에 대한 상기 모듈형 구동기(1000)의 구동토크 크기의 비율로 변환하여 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크를 제어하는 것이 입력 인가전류에 대한 모듈형 구동기의 출력 구동토크의 상관관계를 직관적으로 판단하기 용이하다.

[0090] 따라서, 상기 이득값 변환단계(S110)는 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크의 크기를 단위모터(100a, 100b, 100c)의 구동토크의 크기에 대한 상기 모듈형 구동기(1000)의 구동토크 크기의 비율로 정의되는 상기 이득값으로 변환할 수 있다.

[0091] 여기서, 상술한 상기 목표 구동토크 또한 상기 이득값의 수치를 통해 변환될 수 있으며, 일 예로, 상기 모듈형 구동기(1000)가 상기 구동대상에 제공해야할 상기 목표 구동토크가 상기 단위모터(100a, 100b, 100c) 2개가 출력할 수 있는 구동토크의 합과 동일할 경우, 상기 목표 구동토크는 상기 이득값이 2일 때의 상기 출력 구동토크, 즉, 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크가 상기 단위모터(100a, 100b, 100c) 2개의 구동토크를 합한 수치와 같을 때의 상기 이득값의 수치로서 이해될 수 있다.

[0092] 도 8는 본 발명의 하나의 실시예에 따라 모듈형 구동기의 사전 구동실험을 통해 확보된 데이터베이스의 커브피팅을 도시한다.

[0093] 상기 이득값 변환단계(S110)를 통해 변환된 상기 이득값은 아래의 표 1과 같이 상기 모듈형 구동기의 인가전류 크기에 따른 데이터베이스로서 선확보될 수 있으며, 또한, 도 8의 (a)와 같이 상기 입력 인가전류의 크기에 대한 상기 그래프상의 좌표로 표시될 수 있다.

표 1

[0094]

입력 인가전류(A)	이득값
4.5	0.511278236
5	2.134317827
5.5	2.656361172
6	2.842873701
6.5	2.915575615
7	2.946074183
7.5	2.959697148
8	2.96612154
8.5	2.96929823
9	2.970935987
· ·	· ·

[0095] 상기 표 1과 같이 표로서 제공되는 상기 데이터베이스는 상기 모듈형 구동기(1000)의 상기 출력 구동토크 제어를 가능하게 할 수 있다.

[0096] 구체적으로, 상기 표로서 제공되는 상기 데이터베이스를 통해 상기 모듈형 구동기(1000)에 상기 테이블 상의 임의의 입력 인가전류가 인가되는 경우, 상기 임의의 입력 인가전류에 대응한 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크를 얻을 수 있을 것으로 예측할 수 있다.

[0097] 역으로, 특정 목표 구동토크에 따른 이득값이 결정되는 경우 이에 해당되는 입력 인가전류의 크기를 판단할 수 있으므로 목표 이득값에 따른 입력 인가전류를 가변시켜 모듈형 구동기를 정확하게 제어할 수 있다.

[0098] 그러나, 모든 입력 인가전류에 대한 출력 구동토크의 데이터를 확보할 수 없으며 모듈형 구동기를 제어하는 경우 데이터 테이블을 참조하여 입력 인가전류를 결정하는 작업은 불필요한 연산을 요구하거나 신속한 제어신호를 발생시키는 것이 어려울 수 있다.

[0099] 따라서, 보다 세밀한 상기 입력 인가전류의 조절이 필요한 경우, 즉 세밀하게 목표 구동토크의의 변화가 필요하고, 그에 따른 입력 인가전류의 조절이 필요한 경우에는 테이블 형태의 데이터 베이스를 통한 상관관계를 근거로 제어신호를 결정하는 것은 쉽지 않다.

[0100] 일 예로, 상기 표 1을 참조하면, 상기 표 형태의 상기 데이터베이스를 통해 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크가 제어될시, 상기 모듈형 구동기(1000)가 구동하는 구동대상이 요구하는 목표 구동토크에 대한 이득값이 약 0.5인 경우는 약 4.5A의 입력 인가전류를 공급할 필요가 있으므로, 상기 모듈형 구동기(1000)에는 4.5A의 입력 인가전류가 인가되어 이에 해당하는 상기 목표 구동토크를 상기 구동대상에 제공할 수 있다.

[0101] 그러나, 상기 구동대상이 요구하는 상기 목표 구동토크의 이득값이 약 1.0 정도라면, 모듈형 구동기에 제공되는 입력 인가전류는 데이터 베이스의 4.5A와 5A 사이의 크기가 될 것이나, 이를 보간법 등을 사용하여 결정하는 경우, 신속한 제어신호 발생을 저해하는 불필요한 연산작업이 요구되므로 목표 구동토크에 대응하는 정확한 제어가 어렵게 된다.

[0102] 따라서, 상기 제어함수 도출단계(S120)는 상기 모듈형 구동기(1000)의 사전 구동실험을 통해 확보된 상기 데이터베이스를 커브피팅(curve-fitting)할 수 있으며, 구체적으로, 상기 제어함수 도출단계(S120)는 상기 입력 인가전류에 따른 상기 이득값에 대한 상기 데이터베이스를 커브피팅(도 8의 (b))하여, 상기 입력 인가전류에 따른 상기 이득값을 제어함수화할 수 있다.

[0103] 상기 커브피팅이라 함은 도 8의 (b)와 같이 그래프상에 흩어진 복수의 좌표를 연결하는 곡선을 매칭하는 작업을 의미하고, 도출된 곡선에 따른 제어함수를 도출할 수 있다.

[0104] 상기 제어함수 도출단계(S120)는 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가되는 상기 입력 인가전류 크기에 따른 상기 출력 구동토크 크기의 증가 경향으로부터 적절한 곡선을 도출하고 이를 통해 상기 제어함수를 결정할 수 있으므로, 상기 제어함수는 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가되는 상기 입력 인가전류의 모든 영역에 대응하는 상기 출력 구동토크 크기, 즉 이득값을 계산할 수 있다.

[0105] 이는 요구되는 목표 구동토크에 대응되는 이득값이 결정되면 그때의 입력 인가전류의 크기를 단순 방정식의 연산을 통해 간단히 결정할 수 있음을 의미하는 것이다.

[0106] 상기 제어함수는 상기 커브 피팅단계를 통해 상기 그래프상에 생성된 곡선을 표현할 수 있는 함수로서 제공될 수 있다.

[0107] 본 발명의 하나의 실시예에 따르면 상기 제어함수는 이하의 수학식 1로서 표현될 수 있다.

수학식 1

[0108] $$f(x) = a*x^{b}+c$$

[0109] 여기서, x는 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가되는 상기 입력 인가전류의 크기, c의 수치범위는 상기 모듈형 구동기(1000)를 구성하는 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 개수 이하로서 양수로 제시될 수 있다.

[0110] 상기 수학식 1을 통해 제시된 상기 제어함수는 지수함수의 그래프에서 y축의 수치범위 한정에 영향을 미치는 “c” 값이 상기 모듈형 구동기(1000)를 구성하는 모터(100a, 100b, 100c)의 개수 이하의 양수로 제시되므로, 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가되는 상기 입력 인가전류의 크기가 무한대로 갈수록 상기 이득값은 상기 단위모터(100a, 100b, 100c)의 개수의 크기, 즉, 3 으로 수렴될 수 있으므로, 상기 모듈형 구동기(1000)는 상기 제어함수를 통해 상기 모듈형 구동기(1000)의 최대 출력 구동토크 이내에서 상기 출력 구동토크가 제어될 수 있다.

[0111] 상기 구동토크 제어단계(S200)는 상기 제어함수 도출단계(S120)를 통해 도출된 상기 제어함수를 통해 상기 모듈형 구동기(1000)의 상기 목표 구동토크의 크기, 즉, 상기 이득값에 대응하는 상기 입력 인가전류를 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가할 수 있으며, 이를 통해, 상기 모듈형 구동기(1000)는 상기 목표 구동토크로 구동되도록 제어될 수 있다.

[0112] 상기 구동토크 제어단계(S200)는 모터 드라이버(미도시)를 통해 상기 입력 인가전류를 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가할 수 있다.

[0113] 여기서, 상기 모터드라이버는 상기 모듈형 구동기(1000)에 상기 입력 인가전류를 인가함으로써 상기 모듈형 구동기(1000)의 구동을 제어하는 장치로서, 상기 구동토크 제어단계(S200)는 상기 제어함수에 따라 원하는 상기 목표 구동토크, 즉, 원하는 상기 이득값에 대응하는 상기 입력 인가전류의 인가 신호를 상기 모터드라이버에 입력함으로써 상기 모듈형 구동기(1000)가 상기 목표 구동토크로 구동되도록 제어할 수 있다.

[0114] 이하에서, 도 1, 도 7 및 도 8를 참조하여, 상기 모듈형 구동기(1000)의 동기화 제어방법을 하나의 실시예를 통해 다시 한번 살펴보기로 한다.

[0115] 본 발명의 하나의 실시예에 따른 상기 모듈형 구동기(1000)는 3개의 상기 모터(100a, 100b, 100c)를 동기화하여 구동되도록 설계될 수 있다.

[0116] 상기 모듈형 구동기(1000)가 복수의 모터(100a, 100b, 100c)를 동기화하기 위해서는 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c) 각각의 구동토크 대비 상기 모듈형 구동기(1000)가 출력할 수 있는 상기 출력 구동토크를 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가되는 상기 입력 인가전류의 크기에 따라 정확히 제어되어야 하며, 이를 위해, 본 발명의 하나의 실시예에 따른 모듈형 구동기(1000)의 제어방법은 상기 모듈형 구동기(1000)의 입력 인가전류에 대한 상기 출력 구동토크가 정확히 제어되도록 상기 모듈형 구동기(1000)의 동기화를 가능하게 할 수 있다.

[0117] 우선, 상기 상관관계 도출단계(S100)는 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가되는 입력 인가전류의 크기에 따른 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크, 즉 이득값 크기의 상관관계를 도출할 수 있다.

[0118] 구체적으로, 상기 상관관계 도출단계(S100)를 구성하는 상기 이득값 변환단계(S110)는 상기 모듈형 구동기(1000)의 사전 구동실험을 통해 제공될 수 있는 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크의 크기를 상기 이득값으로 변환(도 8의 (a), 표 1)할 수 있다.

[0119] 이어서, 상기 상관관계 도출단계(S100)를 구성하는 상기 제어함수 도출단계(S120)는 상기 입력 인가전류에 따른 상기 이득값에 대한 상기 데이터베이스를 커브피팅하여 상기 수학식 1로 표현되는 상기 제어함수를 도출할 수 있다.

[0120] 상기 수학식 1로 표현되는 상기 제어함수의 x는 상술한 바로 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가되는 상기 인가전류의 크기로서, 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크의 크기를 제어하기 위한 제어 변수로서 작용할 수 있다.

[0121] 이와 같이, 상기 제어함수의 a, b 및 c의 수치는 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가되는 상기 입력 인가전류에 따라 상기 모듈형 구동기(1000)가 상기 입력 인가전류에 대응하는 상기 목표 구동토크를 구현할 수 있는 수치로 설정되어야 하는데, 상기 모듈형 구동기(1000)는 다양한 실시예들에 따라 포함할 수 있는 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 개수 및 감속구조의 형태가 상이할 수 있으므로, 상기 모듈형 구동기(1000)의 설계된 구성에 따라 상이하게 설정될 수 있다.

[0122] 일 예로서, 3개의 상기 모터(100a, 100b, 100c)를 포함하여 구성된 상기 모듈형 구동기(1000)를 통하여 설명되는 본 실시예 에서는, 상기 제어함수의 a는 -1.167×10^{7}, b는 -10.22, c는 2.973으로 하는 경우 상기 표에 기재된 데이터에 대응되는 커브 피팅이 가능함을 확인하였다.

[0123] 위 커브 피팅에 대한 제어함수의 계수를 통해 알수 있듯이, 3개의 모터를 사용하는 경우, c의 값은 3을 넘지 못함을 확인할 수 있다.

[0124] 즉, 각각의 상기 모터(100a, 100b, 100c)가 기여하는 이득의 합이 기계적 결합 또는 마찰 등의 이유로 3보다는 작을 수 밖에 없음을 의미하는 것이다.

[0125] 따라서, 모듈형 구동기를 구성하는 모터의 개수가 n개가 되는 경우에 상기 이득값은 입력 인가전류의 크기를 크게 증가시키더라도 c는 n보다 커질 수 없다. 따라서, 목표 구동토크에 따라 불필요하게 입력전류 공급을 증가시킬 필요가 없다.

[0126] 따라서, 상기 입력 인가전류가 지속적으로 증가함에 따라 상기 이득값은 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 개수와 동일한 수치로 수렴되는 경향으로 증가될 수 있으므로, 상기 모듈형 구동기(1000)가 복수의 상기 모터(100a, 100b, 100c) 각각의 구동토크 합의 범위 내에서 상기 목표 구동토크 구현이 가능하도록 제어될 수 있다.

[0127] 이와 같이 상기 상관관계 도출단계(S100)는 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가되는 상기 입력 인가전류의 크기에 따른 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크 크기의 상관관계를 도출함으로써, 구동대상의 구동상태에 따른 목표 구동토크(목표 이득값)에 필요한 입력 인가전류 도출을 가능하게 하는 상기 제어 함수를 도출할 수 있으며, 상기 구동토크 제어단계(S200)는 상기 목표 구동토크에 대응되는 상기 입력 인가전류의 크기를 상기 제어함수를 통해 도출하여 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가할 수 있으므로, 상기 모듈형 구동기(1000)가 상기 목표 구동토크로 구동되도록 할 수 있다.

[0128] 즉, 상기 모듈형 구동기(1000)가 적용되는 구동대상이 상기 이득값이 1에 대응하는 상기 목표 구동토크를 요구할 경우, 상기 구동토크 제어단계(S200)는 상기 모듈형 구동기(1000)에 상기 이득값 1에 대응하는 상기 입력 인가전류인 4.6A을 상기 모듈형 구동기(1000)에 인가(도 8의 ①)할 수 있으며, 이를 통해, 상기 모듈형 구동기(1000)는 상기 구동대상을 구동시키기 위한 적절한 상기 목표 구동토크를 출력할 수 있다.

[0129] 상기한 실시예를 통한 상기 모듈형 구동기(1000)는 3개의 상기 모터(100a, 100b, 100c)를 포함함으로써 3개의 상기 모터(100a, 100b, 100c)를 동기화하여 구동되며, 본 명세서에 첨부된 도면들 또한 상기 모듈형 구동기(1000)가 3개의 상기 모터(100a, 100b, 100c)를 포함하여 구성된 것으로 도시하나, 본 발명에 따른 상기 모듈형 구동기(1000)는 더 많거나 더 적은 수의 상기 모터(100a, 100b, 100c)를 포함할 수 있으며, 구비되는 상기 모터(100a, 100b, 100c)의 개수에 관계없이 상술한 상기 모듈형 구동기(1000)의 동기화 제어방법을 적용하여 동기화가 제어될 수 있는 것으로 이해될 수 있다.

[0130] 본 발명의 일실시 예에 따르면 상기 모듈형 구동기(1000)의 동기화 제어방법은, 상기 모듈형 구동기(1000)를 구동함에 있어서 문제시 되어 왔던 입력 인가전류에 대한 출력 구동토크의 불규칙적인 증가성향을 해결할 수 있으며, 상기 입력 인가전류의 모든 범위 영역에 대해 상기 모듈형 구동기(1000)가 출력할 수 있는 상기 출력 구동토크의 제어가 가능하므로, 상기 모듈형 구동기(1000)의 출력 구동토크를 보다 정밀하게 제어할 수 있다.

[0131] 또한, 상기 입력 인가전류 및 상기 출력 구동토크 간의 상관관계를 도출이 상기 이득값 도출 및 상기 커브피팅 적용과 같이 비교적 간단한 절차로 수행될 수 있으므로, 상기 모듈형 구동기(1000)의 신속한 구동토크 제어가 가능할 수 있다.

[0132] 본 명세서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 당업자는 이하에서 서술하는 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경 실시할 수 있을 것이다. 그러므로 변형된 실시가 기본적으로 본 발명의 특허청구범위의 구성요소를 포함한다면 모두 본 발명의 기술적 범주에 포함된다고 보아야 한다.

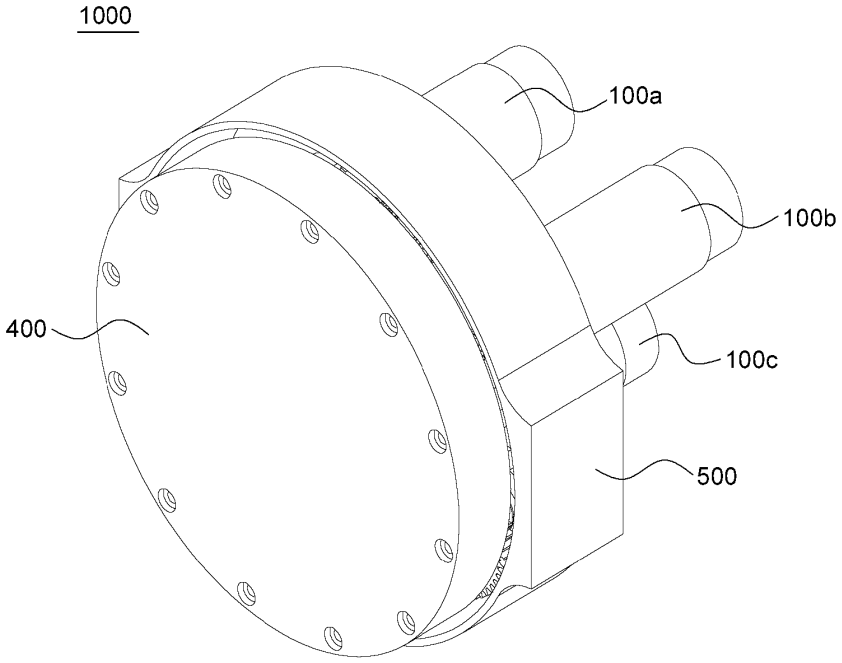
부호의 설명

[0133]

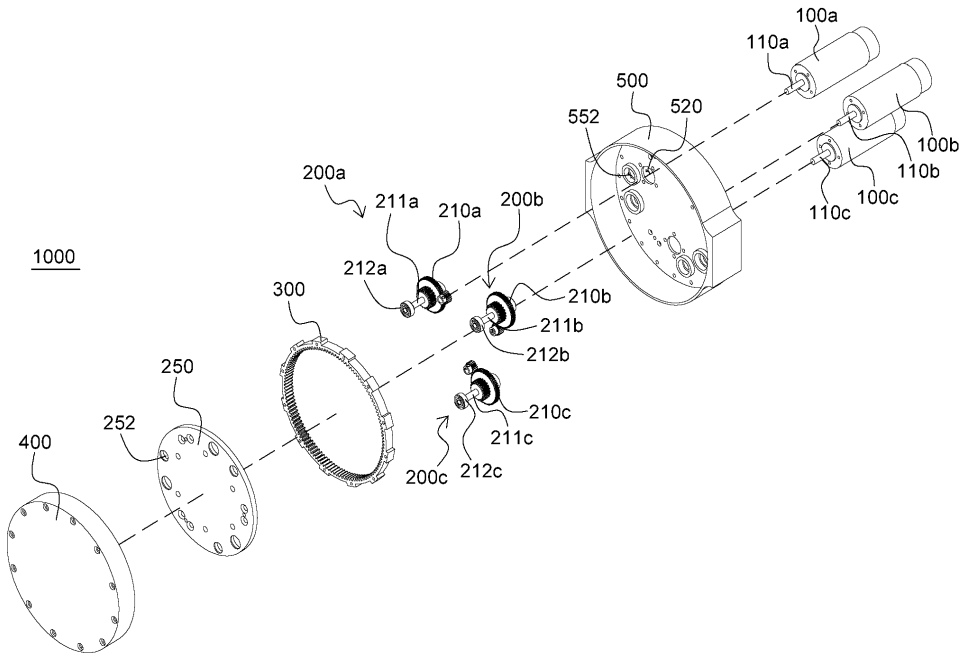
100a, 100b, 100c : 모터	200a, 200b, 200c : 기어부
210a, 210b, 210c : 기어	300 : 내접기어
400 : 구동부재	500 : 모듈 하우징

도면

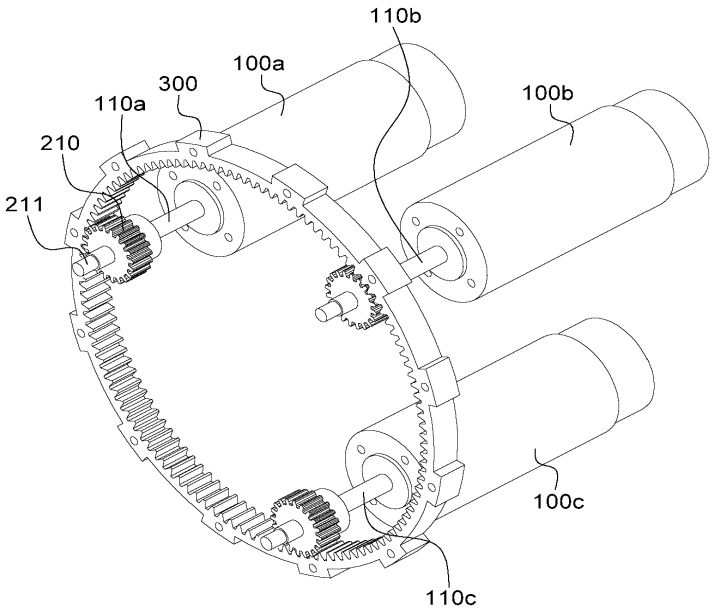
도면1


1000
100a
100b
400
100c
500

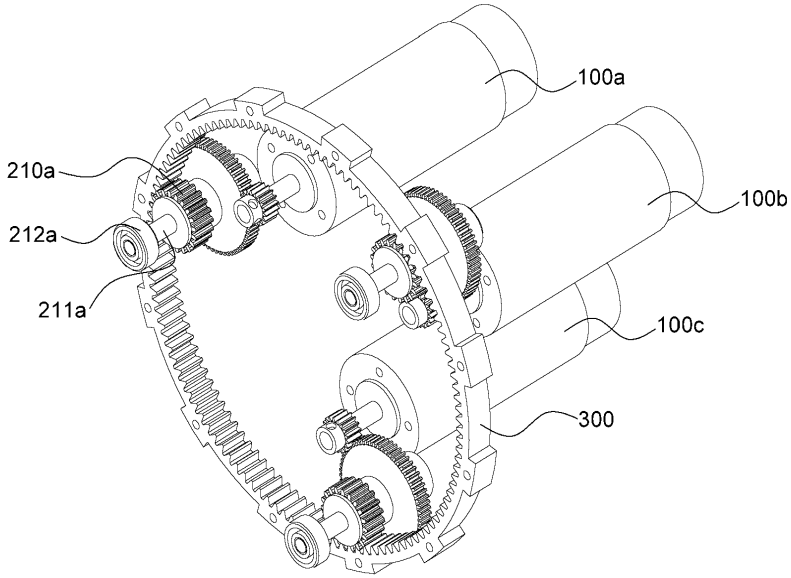
도면2


100a
110a
500
520
552
100b
110b
100c
110c
200a
211a
210a
200b
1000
212a
210b
300
211b
212b
250
210c
252
211c
400
200c
212c

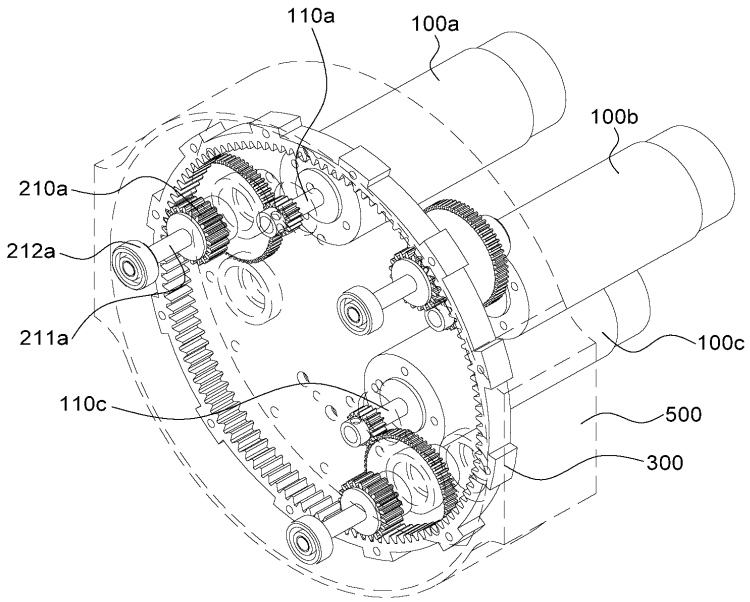
도면3


110b
100a
300
110a
100b
210
211
100c
110c

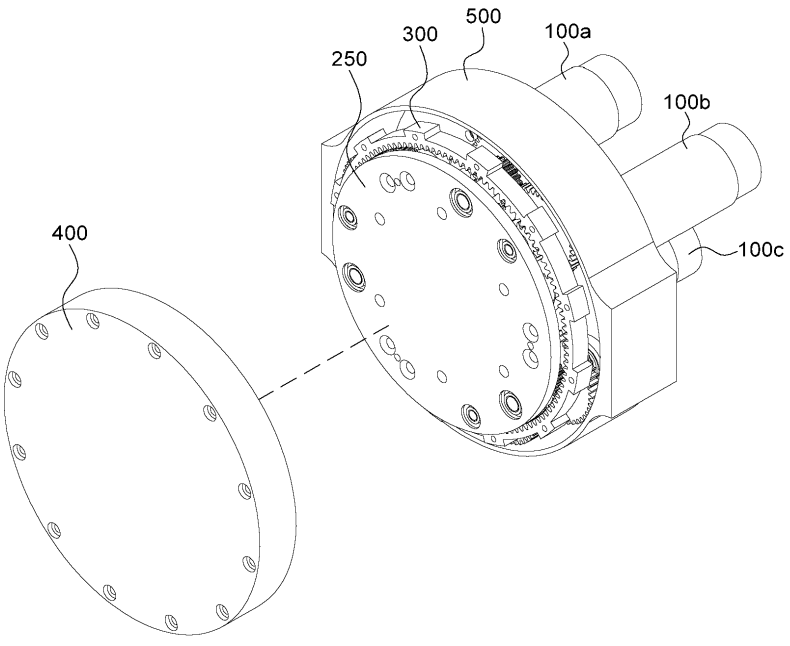
도면4


100a
210a
100b
212a
211a
100c
300

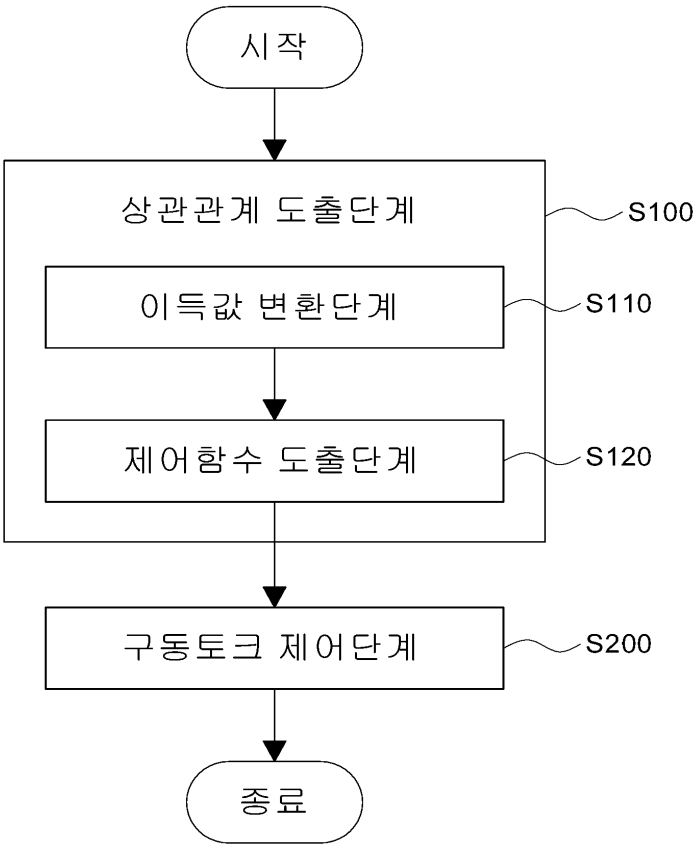
도면5


110a
100a
100b
210a
212a
211a
100c
110c
500
300

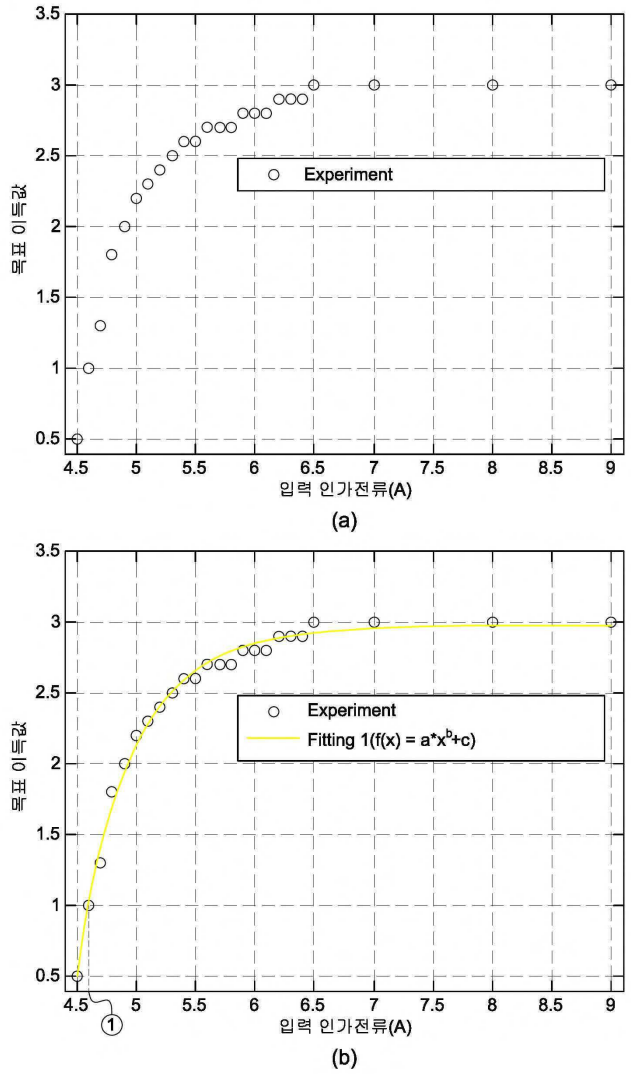
도면6


500
300
100a
250
100b
400
100c

도면7


시작
상관관계 도출단계
S100
이득값 변환단계
S110
제어함수 도출단계
S120
구동토크 제어단계
S200
종료

도면8


3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
4.5
5
5.5
6
6.5
7
7.5
8
8.5
9
Experiment
정규화 된 표준
입력 인가전류(A)
(a)
Experiment
Fitting 1(f(x) = a*x^b+c)
①
입력 인가전류(A)
(b)