



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월27일  
(11) 등록번호 10-1842235  
(24) 등록일자 2018년03월20일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B64C 13/00* (2006.01) *B64C 13/24* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-7025432  
(22) 출원일자(국제) 2012년02월09일  
    심사청구일자 2014년10월10일  
(85) 번역문제출일자 2014년09월11일  
(65) 공개번호 10-2014-0138715  
(43) 공개일자 2014년12월04일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/024558  
(87) 국제공개번호 WO 2013/119242  
    국제공개일자 2013년08월15일  
(56) 선행기술조사문현  
    WO2009020452 A1\*  
    US4228386 A\*  
    US20080025770 A1\*  
    US04228386 A\*  
\*는 심사관에 의하여 이용된 문항

(73) 특허권자  
**무그 인코포레이티드**  
미국 뉴욕주 14059 엘마 제이미슨 로드 400

(72) 발명자  
**콥 존**  
미국 14224 뉴욕 웨스트 세네카 라크우드 로드  
119

(74) 대리인  
**박장원**

(74) 대리인  
박장워

(74) 대리인

발자워

WO2009020452 A1\*

US4228386 A\*

US20080025770 A1\*

US04228386 A\*

\*는 심사관에 의하여 이용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 52 항

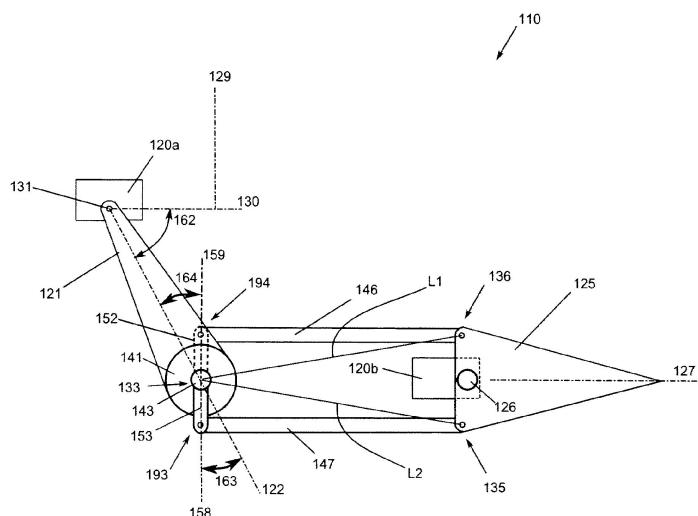
심사관 : 김유수

#### (54) 발명의 명칭 액츄에이터 시스템 및 방법

(57) 요약

본 액츄에이터 시스템은, 제1 축선(131)을 중심으로 기준 구조체에 대해 선회하도록 배치되는 공유 링크(121); 제2 축선(126)을 중심으로 기준 구조체에 대해 선회하도록 배치되는 피제어 요소(125); 제3 축선(134)을 중심으로 공유 링크에 대해 선회하고 또한 제4 축선(136)을 중심으로 피제어 요소에 대해 선회하도록 배치되는 제1 부재(146, 152); 제3 축선과 제4 축선 사이의 제1 가변 거리(L1)를 제어하도록 배치되는 제1 액츄에이터; 제5 축선(133)을 중심으로 공유 링크에 대해 선회하고 또한 제6 축선(135)을 중심으로 피제어 요소에 대해 선회하도록 배치되는 제2 부재(147, 153); 및 제5 축선과 제6 축선 사이의 제2 가변 거리를 제어하도록 배치되는 제2 액츄에이터(141)를 포함하며, 본 시스템은, 제2 가변 거리가 일정할 때 제1 가변 거리가 변하면 피제어 요소가 제2 축선을 중심으로 회전하게 되고 또한 그 반대도 가능하도록 구성되어 있다.

대표도



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

액츄에이터 시스템으로서,

제1 축선을 중심으로 기준 구조체에 대해 회전 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 공유 링크;

제2 축선을 중심으로 상기 기준 구조체에 대해 회전 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 피제어 요소;

상기 제2 축선으로부터 오프셋 되어 있는 제1 요소 연결부에서 상기 피제어 요소에 연결되고, 상기 제1 요소 연결부에서 상기 제1 축선으로부터 오프셋 되어 있는 제1 부재 연결부까지 연장하는 제1 링크;

상기 제2 축선으로부터 오프셋 되어 있는 제2 요소 연결부에서 상기 피제어 요소에 연결되고, 상기 제2 요소 연결부에서 상기 제1 축선으로부터 오프셋 되어 있는 제2 부재 연결부까지 연장하는 제2 링크;

상기 제1 링크에 연결되고, 제3 축선을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 회전 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 제1 부재;

상기 제2 링크에 연결되고, 제4 축선을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 회전 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 제2 부재;

상기 제2 부재의 회전을 제어하도록 구성 및 배치되는 제1 액츄에이터;

상기 제2 링크에 연결되고, 제4 축선을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 회전 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 제2 부재;

상기 제2 부재의 회전을 제어하도록 구성 및 배치되는 제2 액츄에이터를 포함하고,  
상기 제2 액츄에이터가 상기 제4 축선을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 상기 제2 부재의 회전을 작동적으로 고정할 때 상기 피제어 요소가 상기 제2 축선을 중심으로 상기 기준 구조체에 대해 회전하도록, 상기 제1 액츄에이터, 상기 제1 부재 및 상기 제1 링크가 구성 및 배치되고,

상기 제2 액츄에이터가 상기 제4 축선을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 상기 제2 부재의 회전을 작동적으로 고정할 때 상기 공유 링크가 상기 제1 축선을 중심으로 회전하도록, 상기 공유 링크, 상기 제1 부재, 상기 제2 부재, 상기 제1 액츄에이터 및 상기 제2 액츄에이터가 구성 및 배치되어 있는 액츄에이터 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1, 2, 3 및 4 축선은 서로 평행한 액츄에이터 시스템.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 부재 연결부 및 상기 제2 부재 연결부는 상기 제1 축선과 상기 제2 축선을 통과하는 가상선의 양측에 위치되는 액츄에이터 시스템.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 요소 연결부 및 상기 제2 요소 연결부는 상기 제1 축선과 상기 제2 축선을 통과하는 가상선의 동일 측에 위치되는 액츄에이터 시스템.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제3 축선은 상기 제4 축선과 일치하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 축선은 상기 제3 축선과 일치하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 축선을 중심으로 하는 상기 공유 링크의 회전을 제한하도록 구성 및 배치되는 브레이크를 더 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 8

제1항에 있어서,

제1 가변 거리 또는 제2 가변 거리를 일정하게 유지시키도록 구성 및 배치되는 브레이크를 더 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 축선을 중심으로 하는 상기 공유 링크의 회전을 편향시키도록 구성 및 배치되는 스프링을 더 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제2 축선을 중심으로 하는 상기 피제어 요소의 회전을 편향시키도록 구성 및 배치되는 스프링을 더 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제1 축선을 중심으로 하는 상기 공유 링크의 회전을 감쇠시키도록 구성 및 배치되는 댐퍼(damper)를 더 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제1 부재 및 상기 제1 링크는 출력축 및 오프셋 링크를 포함하고, 오프셋 링크는 상기 제1 부재 연결부에서 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되며,

상기 제2 부재 및 상기 제2 링크는 출력축 및 오프셋 링크를 포함하고, 오프셋 링크는 상기 제2 부재 연결부에서 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 액츄에이터는 상기 공유 링크에 설치되는 회전 액츄에이터를 포함하고, 이 회전 액츄에이터는 상기 공유 링크와 상기 제1 부재의 출력축 사이의 회전 운동을 제어하도록 구성 및 배치되며,

상기 제2 액츄에이터는 상기 공유 링크에 설치되는 회전 액츄에이터를 포함하고, 이 회전 액츄에이터는 상기 공유 링크와 상기 제2 부재의 출력축 사이의 회전 운동을 제어하도록 구성 및 배치되는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 14

제13항에 있어서,

각각의 상기 액츄에이터는 회전자 및 고정자를 포함하고 상기 공유 링크가 상기 액츄에이터의 고정자를 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 15

제1항에 있어서,

상기 제2 액츄에이터가 상기 제4 축선을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 상기 제2 부재의 회전을 자동적으로 고정할 때, 상기 공유 링크가 상기 제3 축선을 중심으로 상기 기준 구조체에 대해 상기 제1 부재의 회전 방향과 반대인 회전 방향으로 상기 제1 축선을 중심으로 회전하도록 구성 및 배치되어 있는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 16

제1항에 있어서,

상기 제2 액츄에이터가 상기 제3 축선 및 제4 축선을 중심으로 각각 상기 공유 링크에 대해 상기 제1 부재 및 상기 제2 부재의 회전을 자동적으로 고정하지 않을 때, 상기 공유 링크가 상기 제1 축선을 중심으로 상기 기준 구조체에 대해 회전하지 않도록 구성 및 배치되어 있는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 17

제9항에 있어서,

상기 스프링은 비틀림 스프링, 선형 스프링 및 굴곡부로 이루어진 군에서 선택되는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 18

제11항에 있어서,

상기 댐퍼는 선형 댐퍼 및 회전 댐퍼로 이루어진 군에서 선택되는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 19

제1항에 있어서,

상기 제1 액츄에이터 및 제2 액츄에이터는 스텝퍼 모터 또는 영구자석 모터를 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 20

제1항에 있어서,

상기 제1 액츄에이터는 모터 출력축을 포함하고, 상기 제1 부재와 상기 모터 출력축 사이에 유성 기어 단(stage)을 더 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 21

제1항에 있어서,

상기 피제어 요소는 측 또는 항공기 제어 표면을 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 22

제1항에 있어서,

상기 피제어 요소는 날개 스포일러(wing spoiler), 플랩, 플래퍼론(flaperon) 및 보조익(aileron)으로 이루어진 군에서 선택되는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 23

제1항에 있어서,

상기 기준 구조체는 액츄에이터 프레임, 액츄에이터 하우징 및 항공기 프레임으로 이루어진 군에서 선택되는 액

액추에이터 시스템.

#### 청구항 24

액추에이터 시스템으로서,

제1 축선을 중심으로 기준 구조체에 대해 회전 운동할 수 있도록 구성된 요소;

상기 요소와 기준 구조체에 연결되는 링크 시스템;

상기 링크 시스템에 연결되고 그 링크 시스템의 회전 제1 자유도를 주도록 배치되는 제1 회전 액추에이터; 및

상기 링크 시스템에 결합되고 그 링크 시스템의 회전 제2 자유도를 주도록 배치되는 제2 회전 액추에이터를 포함하고,

상기 링크 시스템은 제2 축선을 중심으로 상기 기준 구조체에 대해 회전 운동할 수 있도록 구성된 링크를 가지며,

상기 제1 축선과 제2 축선은 서로 평행하며 또한 일정한 거리로 작동적으로 서로 오프셋되어 있고,

상기 링크 시스템은 상기 요소와 기준 구조체 사이의 제1 회전 각도가 상기 링크와 기준 구조체 사이의 제2 회전 각도와는 독립적으로 구동될 수 있도록 구성 및 배치되며,

상기 제1 자유도와 제2 자유도는 독립적인 자유도이고,

상기 제1 회전 액추에이터는 상기 제2 자유도가 작동적으로 고정되어 있을 때 상기 제1 축선을 중심으로 하는 상기 요소의 회전을 일으키도록 구성 및 배치되는 액추에이터 시스템.

#### 청구항 25

제24항에 있어서,

상기 요소는 베어링을 통해 상기 기준 구조체에 결합되는 액추에이터 시스템.

#### 청구항 26

제24항에 있어서,

상기 링크는 베어링을 통해 상기 기준 구조체에 결합되는 액추에이터 시스템.

#### 청구항 27

제24항에 있어서,

상기 링크 시스템은 5개의 링크를 포함하는 액추에이터 시스템.

#### 청구항 28

제24항에 있어서,

상기 링크 시스템은 피봇 조인트를 통해 상기 요소에 연결되는 액추에이터 시스템.

#### 청구항 29

제24항에 있어서,

상기 제1 회전 액추에이터는 상기 링크 시스템에 있는 연결된 두 링크 사이의 각도를 변화시킬 수 있는 액추에이터 시스템.

#### 청구항 30

제24항에 있어서,

상기 제1 회전 액추에이터는 상기 링크 시스템에 있는 두 조인트 사이의 거리를 변화시킬 수 있는 액추에이터 시스템.

### 청구항 31

제24항에 있어서,

상기 제1 회전 액츄에이터는 상기 제2 축선과 동일한 회전 축선을 갖는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 32

제24항에 있어서,

상기 제1 회전 액츄에이터는 회전 모터 또는 전기 모터를 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 33

제24항에 있어서,

상기 제1 회전 액츄에이터는 유성 기어를 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 34

제24항에 있어서,

상기 제1 회전 액츄에이터는 상기 링크에 설치되는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 35

제24항에 있어서,

상기 제1 회전 액츄에이터는 피봇 연결을 통해 상기 기준 구조체에 연결되는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 36

제24항에 있어서,

상기 제2 축선을 중심으로 하는 상기 링크의 회전을 제한하도록 구성 및 배치되는 브레이크를 더 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 37

제24항에 있어서,

상기 링크 시스템의 일 자유도를 일정하게 유지시키도록 구성 및 배치되는 브레이크를 더 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 38

제24항에 있어서,

상기 제2 축선을 중심으로 하는 상기 링크의 회전을 편향시키도록 구성 및 배치되는 스프링을 더 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 39

제24항에 있어서,

상기 제1 축선을 중심으로 하는 상기 요소의 회전을 편향시키도록 구성 및 배치되는 스프링을 더 포함하는 액츄에이터 시스템.

### 청구항 40

제24항에 있어서,

상기 제2 축선을 중심으로 하는 상기 링크의 회전을 감쇠시키도록 구성 및 배치되는 댐퍼를 더 포함하는 액츄에이터 시스템.

#### 청구항 41

제24항에 있어서,

상기 링크 시스템은 선형 스픈들을 포함하는 액츄에이터 시스템.

#### 청구항 42

제38항에 있어서,

상기 스프링은 비틀림 스프링, 선형 스프링 및 굴곡부로 이루어진 군에서 선택되는 액츄에이터 시스템.

#### 청구항 43

제40항에 있어서,

상기 댐퍼는 선형 댐퍼 및 회전 댐퍼로 이루어진 군에서 선택되는 액츄에이터 시스템.

#### 청구항 44

제24항에 있어서,

상기 제1 회전 액츄에이터 및 제2 회전 액츄에이터는 스텝퍼 모터 또는 영구자석 모터를 포함하는 액츄에이터 시스템.

#### 청구항 45

제24항에 있어서,

상기 요소는 축 또는 항공기 제어 표면으로 이루어진 군에서 선택되는 액츄에이터 시스템.

#### 청구항 46

제24항에 있어서,

상기 요소는 날개 스포일러, 플랩, 플래퍼론 및 보조익으로 이루어진 군에서 선택되는 액츄에이터 시스템.

#### 청구항 47

제24항에 있어서,

상기 기준 구조체는 액츄에이터 프레임, 액츄에이터 하우징 및 항공기 프레임으로 이루어진 군에서 선택되는 액츄에이터 시스템.

#### 청구항 48

액츄에이터 시스템으로서,

제1 피봇을 중심으로 기준 구조체에 대해 회전 운동할 수 있도록 구성된 요소;

상기 제1 피봇으로부터 오프셋되어 있는 제1 요소 연결부에서 상기 요소에 연결되며, 상기 제1 요소 연결부에서부터, 상기 제1 피봇으로부터 오프셋되어 있는 상기 기준 구조체의 제1 기준 연결부까지 연장되어 있는 제1 링크;

상기 제1 피봇으로부터 오프셋되어 있는 제2 요소 연결부에서 상기 요소에 연결되며, 상기 제2 요소 연결부에서부터, 상기 제1 피봇으로부터 오프셋되어 있는 상기 기준 구조체의 제2 기준 연결부까지 연장되어 있는 제2 링크;

상기 제1 링크에 연결되고, 상기 제1 링크를 회전 제어하도록 구성 및 배치되는 제1 모터; 및

상기 제2 링크에 연결되고 상기 제1 모터와는 독립적으로 움직일 수 있고, 상기 제2 링크를 회전 제어하도록 구성 및 배치되는 제2 모터를 포함하며,

상기 요소와 제1 링크는 적어도 2개의 독립적인 자유도를 갖는 제1 시스템 링크를 형성하고,

상기 요소와 제2 링크는 적어도 2개의 독립적인 자유도를 갖는 제2 시스템 링크를 형성하며,

상기 제1 링크와 제2 링크는 일 자유도를 공유하도록 결합되어 있고,

상기 제1 모터는 상기 제1 링크의 일 자유도를 실행하도록 구성 및 배치되며,

상기 제2 모터는 상기 제2 링크의 일 자유도를 실행하도록 구성 및 배치되며,

상기 모터들 중의 하나가 상기 실행되는 자유도를 작동적으로 고정시키면 상기 모터들 중의 다른 하나는 상기 요소를 상기 기준 구조체에 대해 움직이게 하도록 구성 및 배치되는 액츄에이터 시스템.

#### 청구항 49

액츄에이터로서,

기준 구조체에 피봇식으로 연결되는 공유 링크;

기준 구조체에 피봇식으로 연결되는 피제어 요소;

상기 공유 링크에 설치되는 제1 전기 모터; 및

상기 공유 링크에 설치되는 제2 전기 모터를 포함하고,

상기 제1 전기 모터는 상측 링크의 근위 단부에 결합되고 상기 상측 링크를 회전 제어하도록 구성 및 배치되는 구동축을 가지며,

상기 제2 전기 모터는 하측 링크의 근위 단부에 결합되고 상기 하측 링크를 회전 제어하도록 구성 및 배치되는 구동축을 가지며,

상기 상측 링크는 상기 피제어 요소에 피봇식으로 연결되는 원위 단부를 가지며,

상기 하측 링크는 상기 피제어 요소에 피봇식으로 연결되는 원위 단부를 가지며,

상기 모터들 중의 하나를 움직이지 않게 가만히 유지시키면서 상기 모터들 중의 다른 하나를 작동시키면 상기 피제어 요소가 상기 기준 구조체에 대해 여전히 회전하게 되는 액츄에이터.

#### 청구항 50

액츄에이터 시스템을 제어하는 방법에 있어서,

- 액츄에이터 시스템을 제공하는 단계로서,

액츄에이터 시스템이,

제1 축선을 중심으로 기준 구조체에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 공유 링크;

제2 축선을 중심으로 상기 기준 구조체에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 피제어 요소;

제1 가변 거리로 서로 오프셋되어 있는 제3 축선과 제4 축선 중에서, 상기 제3 축선을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되고 또한 제4 축선을 중심으로 상기 피제어 요소에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 제1 부재;

상기 제1 가변 거리를 회전 제어하도록 구성 및 배치되는 제1 회전 액츄에이터;

제2 가변 거리로 서로 오프셋되어 있는 제5 축선과 제6 축선 중에서, 상기 제5 축선을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되고 또한 상기 제6 축선을 중심으로 상기 피제어 요소에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 제2 부재; 및

상기 제2 가변 거리를 회전 제어하도록 구성 및 배치되는 제2 회전 액츄에이터를 포함하고,

상기 제2 가변 거리가 일정할 때 상기 제1 가변 거리가 변하면 상기 피제어 요소가 상기 제2 축선을 중심으로 회전하게 되고 또한 상기 제1 가변 거리가 일정할 때 상기 제2 가변 거리가 변하면 상기 피제어 요소가 상기 제2 축선을 중심으로 회전하도록, 상기 액츄에이터, 공유 링크, 제1 부재, 제2 부재 및 피제어 요소가 작동적으로 구성 및 배치되어 있는, 상기 액츄에이터 시스템을 제공하는 단계와;

- 상기 피제어 요소가 상기 제2 축선을 중심으로 회전되고 상기 공유 링크는 상기 제1 축선에 대해 일정하게 유

지되도록 상기 제1 회전 액츄에이터와 제2 회전 액츄에이터에 동력을 동시에 제공하는 단계를 포함하는, 액츄에이터 시스템을 제어하는 방법.

### 청구항 51

제50항에 있어서,

상기 제1 회전 액츄에이터 및 제2 회전 액츄에이터는 서로 반대로 동력을 제공받고, 그리하여 상기 액츄에이터 시스템에서 백래시(backlash)가 최소화되는, 액츄에이터 시스템을 제어하는 방법.

### 청구항 52

액츄에이터 시스템을 제어하는 방법으로서,

- 액츄에이터 시스템을 제공하는 단계로서, 액츄에이터 시스템이,

제1 축선을 중심으로 기준 구조체에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 공유 링크;

제2 축선을 중심으로 상기 기준 구조체에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 피제어 요소;

제1 가변 거리로 서로 오프셋되어 있는 제3 축선과 제4 축선 중에서, 상기 제3 축선을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되고 또한 제4 축선을 중심으로 상기 피제어 요소에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 제1 부재;

상기 제1 가변 거리를 회전 제어하도록 구성 및 배치되는 제1 회전 액츄에이터;

제2 가변 거리로 서로 오프셋되어 있는 제5 축선과 제6 축선 중에서, 상기 제5 축선을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되고 또한 상기 제6 축선을 중심으로 상기 피제어 요소에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 제2 부재; 및

상기 제2 가변 거리를 회전 제어하도록 구성 및 배치되는 제2 회전 액츄에이터를 포함하고,

상기 제2 가변 거리가 일정할 때 상기 제1 가변 거리가 변하면 상기 피제어 요소가 상기 제2 축선을 중심으로 회전하게 되고 또한 상기 제1 가변 거리가 일정할 때 상기 제2 가변 거리가 변하면 상기 피제어 요소가 상기 제2 축선을 중심으로 회전하도록, 상기 액츄에이터, 공유 링크, 제1 부재, 제2 부재 및 피제어 요소가 작동적으로 구성 및 배치되어 있는, 상기 액츄에이터 시스템을 제공하는 단계와;

상기 공유 링크가 상기 제1 축선을 중심으로 회전하도록 상기 제1 회전 액츄에이터와 제2 회전 액츄에이터에 동력을 동시에 제공하는 단계를 포함하고,

상기 제1 회전 액츄에이터와 상기 공유 링크의 회전 사이의 기계적 이점이 조정되는, 액츄에이터 시스템을 제어하는 방법.

### 청구항 53

삭제

### 청구항 54

삭제

### 청구항 55

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 액츄에이터 시스템의 분야에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 전기기계식 예비 액츄에이터에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 예비적인 액츄에이터 시스템이 일반적으로 알려져 있다. 일반적으로, 이들 시스템에 있는 다수의 액츄에이터들은 그들의 변위가 합해지거나 그들의 토크가 합해지도록 되어 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0003] 본 발명은 전기기계식 예비 액츄에이터를 제공하기 위한 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0004] 단순히 비제한적인 예시의 목적으로 개시된 실시 형태의 대응하는 부품들, 부분들 또는 표면들에 팔호를 사용하여 참조 부호를 붙여 설명하게 되는데, 본 발명은 액츄에이터 시스템을 제공하는 바, 이 액츄에이터 시스템은, 제1 축선(131)을 중심으로 기준 구조체(120)에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 공유 링크(121); 제2 축선(126)을 중심으로 상기 기준 구조체(120)에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 피제어 요소(125); 제3 축선(134)을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되고 또한 제4 축선(136)을 중심으로 상기 피제어 요소에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 제1 부재 - 상기 제3 축선(134)과 제4 축선(136)은 제1 가변 거리(L1)로 서로 오프셋되어 있음 -; 상기 제1 가변 거리를 제어하도록 구성 및 배치되는 제1 액츄에이터(140); 제5 축선(133)을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되고 또한 제6 축선(135)을 중심으로 상기 피제어 요소에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 제2 부재 - 상기 제5 축선(133)과 제6 축선(135)은 제2 가변 거리(L2)로 서로 오프셋되어 있음 -; 및 상기 제2 가변 거리를 제어하도록 구성 및 배치되는 제2 액츄에이터(141)를 포함하고, 상기 제2 가변 거리가 일정할 때 상기 제1 가변 거리가 변하면 상기 피제어 요소(125)가 상기 제2 축선을 중심으로 회전하게 되고 또한 상기 제1 가변 거리가 일정할 때 상기 제2 가변 거리가 변하면 상기 피제어 요소(125)가 상기 제2 축선을 중심으로 회전하도록, 상기 액츄에이터, 공유 링크, 제1 부재, 제2 부재 및 피제어 요소가 작동적으로 구성 및 배치되어 있다.

[0005] 상기 제1, 2, 3, 4, 5 및 6 축선은 실질적으로 서로 평행할 수 있다. 상기 제4 축선 및 제6 축선은 상기 제3 축선과 제2 축선을 통과하는 가상선의 양측에 위치할 수 있다. 상기 제4 축선(536) 및 제6 축선(535)은 상기 제3 축선과 제2 축선을 통과하는 가상선의 동일 측에 위치될 수 있다. 상기 제3 축선은 상기 제5 축선과 일치할 수 있다. 상기 제1 축선은 상기 제3 축선과 일치할 수 있다. 상기 제1 축선은 상기 제5 축선과 일치할 수 있다.

[0006] 상기 시스템은 상기 제1 축선을 중심으로 하는 상기 공유 링크의 회전을 제한하도록 구성 및 배치되는 브레이크(381)를 더 포함할 수 있다. 상기 액츄에이터 시스템은 상기 제1 가변 거리 또는 제2 가변 거리를 일정하게 유지시키도록 구성 및 배치되는 브레이크를 더 포함할 수 있다. 상기 시스템은 상기 제1 축선을 중심으로 하는 상기 공유 링크의 회전을 편향시키도록 구성 및 배치되는 스프링(382)을 더 포함할 수 있다. 상기 시스템은 상기 제2 축선을 중심으로 하는 상기 피제어 요소의 회전을 편향시키도록 구성 및 배치되는 스프링을 더 포함할 수 있다. 상기 시스템 상기 제1 축선을 중심으로 하는 상기 공유 링크의 회전을 감쇠시키도록 구성 및 배치되는 림퍼(damper)(383)를 더 포함할 수 있다. 상기 제1 부재는 선형 스판들(296)을 포함할 수 있다.

[0007] 상기 제1 부재는 제1 링크(152) 및 제2 링크(146)를 포함할 수 있고, 상기 제1 링크(152)는 상기 제3 축선(134)을 중심으로 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되고, 상기 제2 링크(146)는 상기 제4 축선(136)을 중심으로 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되며, 상기 제1 링크(152)는 제7 축선(194)을 중심으로 상기 제2 링크(146)에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치된다. 상기 제1 액츄에이터는 상기 공유 링크(121)에 설치되는 회전 액츄에이터(140)를 포함하고, 이 회전 액츄에이터는 상기 공유 링크(121)와 제1 링크(152) 사이의 회전 운동을 제어하도록 구성 및 배치된다. 상기 제2 부재는 제3 링크(153) 및 제4 링크(147)를 포함하고, 상기 제3 링크(153)는 상기 제5 축선(133)을 중심으로 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되고, 상기 제4 링크(147)는 상기 제6 축선(135)을 중심으로 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되며, 상기 제3 링크(153)는 제8 축선(193)을 중심으로 상기 제4 링크(147)에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치된다. 상기 제2 액츄에이터는 상기 공유 링크(121)에 설치되는 회전 액츄에이터(141)를 포함하고, 이 회전 액츄에이터는 상기 공유 링크(121)와 제3 링크(153) 사이의 회전 운동을 제어하도록 구성 및 배치된다.

[0008] 상기 제7 축선(494) 및 제8 축선(493)은 상기 제3 축선 및 제2 축선을 통과하는 가상선의 동일 측에 있을 수 있

다. 상기 제7 축선(194) 및 제8 축선(193)은 상기 제3 축선 및 제2 축선을 통과하는 가상선의 양측에 있을 수 있다. 상기 스프링은 비틀림 스프링, 선형 스프링 및 굴곡부로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 댐퍼는 선형 댐퍼 및 회전 댐퍼로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 제1 액츄에이터 및 제2 액츄에이터는 스텝퍼 모터 또는 영구자석 모터를 포함할 수 있다. 상기 제1 액츄에이터는 모터 출력축을 포함할 수 있고, 상기 제1 부재의 상기 모터 출력축 사이에서 유성 기어 단(stage)을 더 포함할 수 있다. 상기 피제어 요소는 축 또는 항공기 제어 표면일 수 있다. 상기 피제어 요소는 날개 스포일러(wing spoiler), 플랩, 플래퍼론(flaperon) 및 보조익(aileron)으로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 기준 구조체는 액츄에이터 프레임, 액츄에이터 하우징 및 항공기 프레임으로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

[0009] 다른 양태에서, 본 발명은, 제1 축선(126)을 중심으로 기준 구조체(120)에 대해 회전 운동할 수 있도록 구성된 요소(125); 상기 요소(125)와 기준 구조체(120)에 연결되는 링크 시스템; 상기 링크 시스템에 연결되고 그 링크 시스템의 제1 자유도(164)를 주도록 배치되는 제1 액츄에이터(140); 및 상기 링크 시스템에 결합되고 그 링크 시스템의 제2 자유도(163)를 주도록 배치되는 제2 액츄에이터(141)를 포함하는 액츄에이터 시스템을 제공하는 바, 상기 링크 시스템은 제2 축선(131)을 중심으로 상기 기준 구조체에 대해 회전 운동할 수 있도록 구성된 링크(121)를 가지며, 상기 제1 축선과 제2 축선은 실질적으로 서로 평행하며 또한 실질적으로 일정한 거리로 작동적으로 서로 오프셋되어 있고, 상기 링크 시스템은 상기 요소와 기준 구조체 사이의 제1 회전 각도(161)가 상기 링크(121)와 기준 구조체(120) 사이의 제2 회전 각도(162)와는 독립적으로 구동될 수 있도록 구성 및 배치되며, 상기 제1 자유도와 제2 자유도는 독립적인 자유도이고, 상기 제1 액츄에이터(140)는, 상기 제2 자유도가 작동적으로 고정되어 있을 때 상기 제1 축선을 중심으로 하는 상기 요소의 회전을 일으키도록 구성 및 배치된다.

[0010] 상기 요소는 베어링을 통해 상기 기준 구조체에 연결될 수 있다. 상기 링크는 베어링을 통해 상기 기준에 연결될 수 있다. 상기 링크 시스템은 5개의 링크(152, 153, 146, 147, 121)를 포함할 수 있다. 상기 링크 시스템은 피봇 조인트를 통해 상기 요소에 연결될 수 있다. 상기 제1 액츄에이터(140)는 상기 링크 시스템에 있는 연결된 두 링크(121/152) 사이의 각도(164)를 변화시킬 수 있다. 상기 제1 액츄에이터는 상기 링크 시스템에 있는 두 조인트(134/136) 사이의 거리를 변화시킬 수 있다. 상기 제1 액츄에이터는 회전 액츄에이터를 포함할 수 있고, 이 회전 액츄에이터는 상기 제2 축선과 실질적으로 동일한 회전 축선을 가질 수 있다. 상기 제1 액츄에이터는 회전 모터 또는 전기 모터를 포함할 수 있다. 상기 제1 액츄에이터는 유성 기어를 포함할 수 있다. 상기 제1 액츄에이터는 상기 링크에 설치될 수 있다. 상기 제1 액츄에이터는 피봇 연결을 통해 상기 기준에 연결될 수 있다. 상기 시스템은, 제2 축선을 중심으로 하는 상기 링크의 회전을 제한하도록 구성 및 배치되는 브레이크를 더 포함할 수 있다. 상기 시스템은 상기 링크 시스템의 일 자유도를 일정하게 유지시키도록 구성 및 배치되는 브레이크를 더 포함할 수 있다. 상기 시스템은 상기 제2 축선을 중심으로 하는 상기 링크의 회전을 편향시키도록 구성 및 배치되는 스프링을 더 포함할 수 있다. 상기 시스템은 상기 제1 축선을 중심으로 하는 상기 요소의 회전을 편향시키도록 구성 및 배치되는 스프링을 더 포함할 수 있다. 상기 시스템은 상기 제2 축선을 중심으로 하는 상기 링크의 회전을 감쇠시키도록 구성 및 배치되는 댐퍼를 더 포함할 수 있다. 상기 링크 시스템은 선형 스픈들을 포함할 수 있다. 상기 스프링은 비틀림 스프링, 선형 스프링 및 굴곡부로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 댐퍼는 선형 댐퍼 및 회전 댐퍼로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 제1 액츄에이터 및 제2 액츄에이터는 스텝퍼 모터 또는 영구자석 모터를 포함할 수 있다. 상기 요소는 축 또는 항공기 제어 표면으로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 요소는 날개 스포일러, 플랩, 플래퍼론 및 보조익으로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 상기 기준 구조체는 액츄에이터 프레임, 액츄에이터 하우징 및 항공기 프레임으로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

[0011] 다른 양태에서, 본 발명은, 제1 피봇(126)을 중심으로 기준 구조체(120)에 대해 회전 운동할 수 있도록 구성된 요소(125); 상기 제1 피봇(126)으로부터 오프셋되어 있는 제1 요소 연결부(136)에서 상기 요소에 연결되며, 상기 제1 요소 연결부(136)에서부터, 상기 제1 피봇(126)으로부터 오프셋되어 있는 상기 기준의 제1 기준 연결부(131)까지 연장되어 있는 제1 링크(146, 152, 121); 상기 제1 피봇(126)으로부터 오프셋되어 있는 제2 요소 연결부(135)에서 상기 요소에 연결되며, 상기 제2 요소 연결부(135)에서부터, 상기 제1 피봇(126)으로부터 오프셋되어 있는 상기 기준의 제2 기준 연결부(131)까지 연장되어 있는 제2 링크(147, 153, 121); 상기 제1 링크에 연결되는 제1 모터(140); 및 상기 제2 링크에 연결되고 상기 제1 모터와는 독립적으로 움직일 수 있는 제2 모터(141)를 포함하며, 상기 요소(125)와 제1 링크는 적어도 2개의 독립적인 자유도를 갖는 제1 시스템 링크를 형성하고, 상기 요소(125)와 제2 링크는 적어도 2개의 독립적인 자유도를 갖는 제2 시스템 링크를 형성하며, 상기 제1 링크와 제2 링크는 일 자유도를 공유하도록 결합되어 있고, 상기 제1 모터(140)는 상기 제1 링크의 일 자유도를 실행하도록 구성 및 배치되며, 상기 제2 모터(141)는 상기 제2 링크의 일 자유도를 실행하도록 구성 및 배치되며, 상기 모터들 중의 하나(141)가 상기 실행되는 자유도를 작동적으로 고정시키면 상기 모터들 중의 다른

하나(140)는 상기 요소(125)를 상기 기준(120)에 대해 움직이게 하도록 구성 및 배치된다.

[0012] 다른 양태에서, 본 발명은, 기준 구조체(120)에 피봇식으로 연결되는(131) 공유 링크(121); 기준 구조체(120)에 피봇식으로 연결되는(126) 피제어 요소(125); 상기 공유 링크(121)에 설치되며, 상측 링크(46)의 근위 단부에 결합되는 구동축(152)을 갖는 제1 전기 모터(140); 및 상기 공유 링크(121)에 설치되며, 하측 링크(147)의 근위 단부에 결합되는 구동축(153)을 갖는 제2 전기 모터(141)를 포함하고, 상기 상측 링크(146)는 상기 피제어 요소(125)에 피봇식으로 연결되는(136) 원위 단부를 가지며, 상기 하측 링크는 상기 피제어 요소(125)에 피봇식으로 연결되는(135) 원위 단부를 가지며, 그리하여, 상기 모터들 중의 하나를 움직이지 않게 가만히 유지시키면서 그 모터들 중의 다른 하나를 작동시키면 상기 피제어 링크(125)가 상기 기준 구조체(120)에 대해 회전하게 된다.

[0013] 다른 양태에서, 본 발명은 액츄에이터 시스템을 제어하는 방법을 제공하는데, 이 방법은, 다음과 같은 액츄에이터 시스템, 즉 제1 축선(131)을 중심으로 기준 구조체(120)에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 공유 링크(121); 제2 축선(126)을 중심으로 상기 기준 구조체(120)에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 피제어 요소(125); 제3 축선(134)을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되고 또한 제4 축선(136)을 중심으로 상기 피제어 요소에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 제1 부재 - 상기 제3 축선(134)과 제4 축선(136)은 제1 가변 거리(L1)로 서로 오프셋되어 있음 -; 상기 제1 가변 거리를 제어하도록 구성 및 배치되는 제1 액츄에이터(140); 제5 축선(133)을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되고 또한 제6 축선(135)을 중심으로 상기 피제어 요소에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 제1 부재 - 상기 제5 축선(133)과 제6 축선(135)은 제2 가변 거리(L2)로 서로 오프셋되어 있음 -; 및 상기 제2 가변 거리를 제어하도록 구성 및 배치되는 제2 액츄에이터(141)를 포함하고, 상기 제2 가변 거리가 일정할 때 상기 제1 가변 거리가 변하면 상기 피제어 요소(125)가 상기 제2 축선을 중심으로 회전하게 되고 또한 상기 제1 가변 거리가 일정할 때 상기 제2 가변 거리가 변하면 상기 피제어 요소(125)가 상기 제2 축선을 중심으로 회전하도록, 상기 액츄에이터, 공유 링크, 제1 부재, 제2 부재 및 피제어 요소가 작동적으로 구성 및 배치되는 액츄에이터 시스템을 제공하는 단계; 및 상기 피제어 요소(125)가 상기 제2 축선을 중심으로 회전되고 상기 공유 링크(121)는 상기 제1 축선에 대해 일정하게 유지되도록 상기 제1 액츄에이터와 제2 액츄에이터에 동력을 동시에 제공하는 단계를 포함한다. 상기 제1 액츄에이터 및 제2 액츄에이터는 서로 반대로 동력을 제공받고, 그리하여 상기 액츄에이터 시스템에서 백래시(backlash)가 최소화될 수 있다.

[0014] 다른 양태에서, 본 발명은 액츄에이터 시스템을 제어하는 방법을 제공하는데, 이 방법은, 다음과 같은 액츄에이터 시스템, 즉 제1 축선(131)을 중심으로 기준 구조체(120)에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 공유 링크(121); 제2 축선(126)을 중심으로 상기 기준 구조체(120)에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 피제어 요소(125); 제3 축선(134)을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되고 또한 제4 축선(136)을 중심으로 상기 피제어 요소에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 제1 부재 - 상기 제3 축선(134)과 제4 축선(136)은 제1 가변 거리(L1)로 서로 오프셋되어 있음 -; 상기 제1 가변 거리를 제어하도록 구성 및 배치되는 제1 액츄에이터(140); 제5 축선(133)을 중심으로 상기 공유 링크에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되고 또한 제6 축선(135)을 중심으로 상기 피제어 요소에 대해 피봇 운동할 수 있도록 구성 및 배치되는 제2 부재 - 상기 제5 축선(133)과 제6 축선(135)은 제2 가변 거리(L2)로 서로 오프셋되어 있음 -; 및 상기 제2 가변 거리를 제어하도록 구성 및 배치되는 제2 액츄에이터(141)를 포함하고, 상기 제2 가변 거리가 일정할 때 상기 제1 가변 거리가 변하면 상기 피제어 요소(125)가 상기 제2 축선을 중심으로 회전하게 되고 또한 상기 제1 가변 거리가 일정할 때 상기 제2 가변 거리가 변하면 상기 피제어 요소(125)가 상기 제2 축선을 중심으로 회전하도록, 상기 액츄에이터, 공유 링크, 제1 부재, 제2 부재 및 피제어 요소가 작동적으로 구성 및 배치되는 액츄에이터 시스템을 제공하는 단계; 및 상기 공유 링크(121)가 상기 제1 축선을 중심으로 회전하도록 상기 제1 액츄에이터와 제2 액츄에이터에 동력을 동시에 제공하는 단계를 포함하고, 그리하여 상기 제1 액츄에이터와 상기 공유 링크의 회전 사이의 기계적 이점이 조정된다.

### 도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 액츄에이터 시스템의 제1 실시 형태의 정면도이다.

도 2는 제1 수평 상태에 있는 도 1의 액츄에이터 시스템의 우측면도이다.

도 3은 제1 이중 모터 작동 상태에 있는 도 2에 나타나 있는 액츄에이터 시스템을 나타내는 도이다.

도 4는 제2 이중 모터 작동 상태에 있는 도 2에 나타나 있는 액츄에이터 시스템을 나타내는 도이다.

도 5는 잠(jam) 고장 작동 상태에 있는 도 2에 나타나 있는 액츄에이터 시스템을 나타내는 도이다.

도 6은 변경된 성능 작동 상태에 있는 도 2에 나타나 있는 액츄에이터 시스템을 나타내는 도이다.

도 7은 액츄에이터 시스템의 제2 실시 형태의 정면도이다.

도 8은 도 7에 나타나 있는 액츄에이터 시스템의 우측면도이다.

도 9는 액츄에이터 시스템의 제3 실시 형태의 우측면도이다.

도 10은 액츄에이터 시스템의 제4 실시 형태의 우측면도이다.

도 11은 액츄에이터 시스템의 제5 실시 형태의 정면도이다.

도 12는 도 11에 나타나 있는 액츄에이터 시스템의 우측면도이다.

도 13은 은 도 11에 나타나 있는 액츄에이터 시스템의 상면도이다.

도 14는 액츄에이터 시스템의 제6 실시 형태의 정면도이다.

도 15은 도 14에 나타나 있는 액츄에이터 시스템의 우측면도이다.

도 16은 도 14에 나타나 있는 액츄에이터 시스템의 상면도이다.

도 17은 일반적으로 도 16의 선 17 - 17을 따라 취한, 도 16에 나타나 있는 액츄에이터 시스템의 수직 단면도이다.

도 18은 액츄에이터 시스템의 제7 실시 형태의 정면 부분 사시도이다.

도 19는 도 18에 나타나 있는 액츄에이터 시스템의 배면 부분 사시도이다.

도 20은 도 18에 나타나 있는 액츄에이터 시스템의 정면도이다.

도 21은 도 18에 나타나 있는 액츄에이터 시스템의 배면도이다.

도 22는 일반적으로 도 21의 선 22 - 22을 따라 취한, 도 21에 나타나 있는 액츄에이터 시스템의 수평 단면도이다.

도 23은 도 18에 나타나 있는 액츄에이터 시스템의 상면도이다.

도 24는 일반적으로 도 23의 선 24 - 24를 따라 취한, 도 23에 나타나 있는 액츄에이터 시스템의 수직 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 먼저, 명확히 이해해야 할 것으로, 유사한 참조 번호는 시종 일관 몇개의 도에 걸쳐 동일한 구조 요소, 부분 또는 표면을 나타내기 위한 것인데, 왜냐하면 그러한 요소, 부분 또는 표면은 기술된 전체 명세서에 의해 더 기재되거나 설명될 수 있기 때문이며, 명세서 중의 상세한 설명은 필수적인 부분이다. 다른 언급이 없으면, 도면은 명세서와 함께 읽혀지며(예컨대, 크로스 햇팅, 부분들의 배치, 비율, 정도, 등) 본 발명의 전체 기술된 설명의 일 부분으로 생각될 것이다. 이하의 설명에서 사용되는 바와 같은 용어 "수평", "수직", "좌측", "우측", "위" 및 "아래" 그리고 이들의 형용사적 및 부사적 과생어(예컨대, "수평으로", "우측으로", "위쪽으로" 등)은, 특정 도가 읽는 사람을 향하고 있을 때 단순히 도시된 구조의 배향을 말하는 것이다. 유사하게, 용어 "안쪽으로" 및 "바깥쪽으로"는 일반적으로 어떤 표면의 긴 축선 또는 적절하다면 회전 축선에 대한 그 표면의 배향을 말하는 것이다.

[0017] 이제 도면, 특히 도 1및 2를 참조하면, 본 발명은 개선된 액츄에이터 시스템을 제공하는데, 이 액츄에이터 시스템의 제1 실시 형태가 전체적으로 참조 번호 "110"으로 나타나 있다. 이 시스템(110)은 도 1및 2에서 수평 상태로 나타나 있다. 나타나 있는 바와 같이, 시스템(110)은 일반적으로 주 구성 요소로서, 항공기 프레임(120), 공유 링크(121), 우측 액츄에이터(141), 좌측 액츄에이터(140), 우측 구동 아암(153), 좌측 구동 아암(152), 상측 연결 로드(146), 하측 연결 로드(147) 및 플랩(125)을 포함한다.

[0018] 항공기 프레임(120)은, 공유 링크(121)가 피봇 조인트(131)를 통해 회전 가능하게 설치되는 기준 구조체로서 작용한다. 우측 회전 액츄에이터(141) 및 좌측 회전 액츄에이터(142)는 공유 링크(121)에 설치된다. 회전 액츄에이터(141, 142)는, 그들의 구동축이 동축이고 또한 축선(144)을 따라 정렬된 상태로 설치된다. 이 실시 형태에

서, 회전 액츄에이터(141, 142)는 유성 기어 감속부를 갖는 영구자석 전기 서보 모터이다. 그러나, 스텝퍼 모터 또는 회전 유압식 액츄에이터와 같은 다른 회전 액츄에이터가 대안으로 사용될 수 있다.

[0019] 우측 액츄에이터(141)는 그의 출력 구동축(143)으로 피봇 조인트(133)를 형성하는데, 그 출력 구동축은 우측 액츄에이터 구동 아암(153)의 일 단부에 단단히 결합되어 있다. 우측 액츄에이터 구동 아암(153)의 다른 단부는 피봇 조인트(193)를 통해 하측 연결 로드(147)의 일 단부에 연결되어 있다. 연결 로드(147)의 다른 단부는 피봇 조인트(135)를 통해 플랩(125)에 연결되어 있다.

[0020] 유사하게, 좌측 액츄에이터(140)는 그의 출력 구동축(142)으로 피봇 조인트(134)를 형성하며, 그 출력 구동축은 좌측 액츄에이터 구동 아암(152)의 일 단부에 단단히 결합되어 있다. 좌측 액츄에이터 구동 아암(152)의 다른 단부는 피봇 조인트(194)를 통해 상측 연결 로드(146)의 일 단부에 연결되어 있다. 연결 로드(146)의 다른 단부는 피봇 조인트(136)를 통해 플랩(125)에 연결되어 있다.

[0021] 플랩(125)은 피봇 조인트(126)를 통해 항공기 프레임(120)에 회전가능하게 결합되어 있다. 도 1 및 2 는 수평 상태에 있는 플랩(125)을 나타내는데, 이 수평 상태에서 플랩(125)의 중심선(127)은 항공기 프레임(120)에 대해 수평이며 따라서 일반적으로 항공기 프레임(120)의 수평 기준선(130)에 평행하다. 이 수평 상태에서, 좌측 구동 아암(152) 및 우측 구동 아암(153)은 일반적으로 항공기 프레임(120)의 수직 축선(129)에 평행하게 정렬된다. 우측 구동 아암의 중심선(158)은 공유 링크 중심선(122)과 각도(163)를 형성하게 되는데, 이 상태에서 그 각도는 또한 좌측 구동 아암(152)의 중심선(159)과 공유 링크 중심선(122) 사이의 각도(164)와 같다. 공유 링크(121)의 중심선(122)은 항공기 프레임(120)의 수평 기준선(130)과 각도(162)를 형성한다.

[0022] 시스템(110)은 움직일 수 있는 6개의 강성 링크(121, 152, 153, 146, 147, 125), 8개의 피봇 조인트(131, 133, 134, 193, 194, 135, 136, 126) 및 2개의 고정 기준점(120a, 120b)을 갖는 링크 시스템을 제공한다. 좌측 및 우측 액츄에이터(140, 141)은 링크 시스템의 면에서 피봇 조인트(133, 134)로서 분류되는데, 왜냐하면 그들 액츄에이터의 출력축이 회전 축선(이 실시 형태에서는 공통 회전 축선(144))을 중심으로 회전하기 때문이다. 모든 피봇 조인트는 일반적으로 축선(144)에 평행하게 배향된다.

[0023] 제1 고정 기준점(120a)과 제2 고정 기준점(120b) 사이에는 2개의 링크 경로가 형성되어 있는데, 이들 링크 경로는 함께 링크 시스템을 형성한다. 제1 링크 경로는 항공기 프레임 기준(120a)에서부터 우측 항공기 프레임 기준(120b)까지 피봇 조인트(131), 공유 링크(121), 피봇 조인트(134)로서 작용하는 좌측 액츄에이터(140), 구동 아암(152), 피봇 조인트(194), 상측 연결 로드(146), 피봇 조인트(136), 플랩(125) 및 피봇 조인트(126)로 규정된다. 이러한 링크 경로를 보통 4절 링크라고 하는데, 왜냐하면 4개의 강성 부재가 있기 때문이다. 유사하게, 제2 링크 경로는 좌측 항공기 프레임 기준에서부터 우측 항공기 프레임 기준(120b)까지 피봇 조인트(131), 공유 링크(121), 피봇 조인트(133)로서 작용하는 우측 액츄에이터(141), 구동 아암(153), 피봇 조인트(193), 하측 연결 로드(147), 피봇 조인트(135), 플랩(125) 및 피봇 조인트(126)로 규정된다. 제2 링크 경로 역시 4절 링크이다. 피봇 조인트(131), 공유 링크(121), 플랩(125) 및 공유 피봇 조인트(126)를 포함하여, 두 링크 경로에서 공유되는 구성 요소들이 있다. 다시 말해, 각각의 4절 링크에 있는 강성 부재들 중의 3개가 공유되고 있다.

[0024] 링크 시스템은 2개의 독립적인 자유도를 갖는다. 보다 구체적으로, 기준(항공기 프레임(120))에 대한 모든 링크와 조인트의 위치는 2개의 부재로 규정될 수 있다. 좌측 액츄에이터(140)가 공유 링크(121)와 이루는 피봇 조인트 각도(164) 및 우측 액츄에이터(141)가 공유 링크(121)와 이루는 피봇 조인트 각도(163)를 제어하여, 링크 시스템의 두 자유도를 독립적으로 제어할 수 있다. 링크 시스템의 자유도 및 각 링크 경로는 다양한 작동 상태의 시스템(110)을 논의하는 이하의 부분에서 더욱 명확해질 것이다.

[0025] 도 3은 시스템(110)이 이중 모터 작동 모드에서 두 좌측 및 우측 액츄에이터(140, 141)의 협력으로 작동되는 상태를 나타낸다. 플랩(125)은 도 1에 나타나 있는 상태로부터 반시계 방향으로 각도(161) 만큼 회전해 있다. 공유 링크(121)가 항공기 프레임 수평 기준(130)과 이루는 각도(162)는 도 1 및 2 에 나타나 있는 수평 상태에서의 각도에서 변하지 않았다. 피봇 조인트(136)와 피봇(134) 사이의 거리(L1)는 dL1 만큼 감소하여 거리(L1')로 되었고 또한 피봇 조인트(135)와 피봇(133) 사이의 거리(L2)는 dL2 만큼 증가하여 L2'로 되었다.

[0026] 우측 액츄에이터(141)는 우측 구동 아암(153)을 공유 링크(121)에 대해 각도(166) 만큼 반시계 방향으로 회전시켰고, 이에 따라 우측 구동 아암(153)과 공유 링크 중심선(122) 사이의 각도(163)가 감소했고 거리(L2)는 dL2 만큼 증가하여 L2'로 되었다. 유사하게, 좌측 액츄에이터(140)는 좌측 구동 아암(152)을 공유 링크(121)에 대해 각도(167)(이 제2 상태에서는 각도(166)와 같음) 만큼 반시계 방향으로 회전시켰고, 이에 따라 우측 구동 아암(152)과 공유 링크 중심선(122) 사이의 각도(164)가 감소하였고 거리(L1)는 dL1 만큼 감소하여 L1'로 되었다.

좌측 구동 아암(152)과 공유 링크(121) 사이의 각도(164)는 각도(167) 만큼 감소되었고, 그래서 각도(163)는 여전히 각도(164)와 같다. 우측 구동 아암(153)의 우측 구동 아암 중심선(158) 및 좌측 구동 아암(152)의 좌측 구동 아암 중심선(159)은 여전히 서로 정렬되어 있지만, 기준 수직 축선(129)과는 더 이상 정렬되어 있지 않다.

[0027] 우측 액츄에이터(141)가 우측 구동 아암(153)을 반시계 방향으로 회전시킴에 따라, 하측 제어 로드(147)는 우측으로 힘을 받게 된다. 제어 로드(147)가 우측으로 힘을 받음에 따라, 플랩(125)은 조인트(135)에서 우측으로 밀리게 되고, 그래서 플랩(125)은 반시계 방향으로 회전하게 된다. 유사하게, 좌측 액츄에이터(140)가 좌측 구동 아암(152)을 반시계 방향으로 회전시킴에 따라, 상측 제어 로드(146)는 좌측으로 힘을 받게 된다. 제어 로드(146)가 좌측으로 힘을 받음에 따라, 플랩(125)은 조인트(136)에서 좌측으로 끌어 당겨지게 되고, 또한 플랩(125)은 반시계 방향으로 회전하게 된다.

[0028] 이 이중 모터 작동 모드에서 두 액츄에이터가 정상적으로 작동할 때, 우측 구동 아암(153)은, 좌측 구동 아암(152)이 반시계 방향(167)으로 회전할 때와 동일한 전체적인 양으로 반시계 방향(166)으로 회전할 것이며, 그래서 구동 아암들은 일반적으로 평행하게 유지될 것이다. 유사하게, 피봇 조인트(136)와 피봇(134) 사이의 거리(L1)의 감소량(dL1)은 피봇 조인트(135)와 피봇(133) 사이의 거리(L2)의 증가량(dL2)과 대략 동일하다. 상측 연결 로드(146)는 하측 연결 로드(147)가 우측으로 움직일 때와 동일한 양으로 좌측으로 움직이므로, 공유 링크(121)는 항공기 프레임(120)에 대해 회전 위치가 실질적으로 고정된 상태로 유지된다.

[0029] 이중 모터 작동 모드는 링크 시스템이 동시적인 밀기와 끌어 당김 모두로 플랩(125)에 효과적으로 작용하도록 하는데, 한 연결 로드는 밀고 다른 연결 로드는 끌어 당기게 된다. 액츄에이터(141)는 공유 링크(121)를 좌측으로 밀지만, 액츄에이터(140)는 공유 링크(121)를 우측으로 끌어 당기게 된다. 좌측 액츄에이터(140)의 토크 출력과 우측 액츄에이터(141)의 토크 출력 모두는 연결 로드(146, 147)에 의해 전달되어 가동 플랩(125)에 작용하게 된다. 링크 시스템은, 좌측 및 우측 액츄에이터(140, 141)가 대략 동일한 토크를 플랩(125)에 제공하도록 구성 및 배치된다. 그러나, 이하의 부분에서 논의하는 다른 작동 모드가 있는데, 여기서 액츄에이터는 같지 않은 또는 반대되는 토크를 제공한다.

[0030] 도 4는 플랩(125)이 도 1에 나타나 있는 상태로부터 각도(161) 만큼 시계 방향으로 회전되어 있는 상태에 있는 시스템(110)을 나타낸다. 구동 아암(152)은 각도(167) 만큼 시계 방향으로 회전되었고 따라서 그 구동 아암(152)은 이제 공유 링크 중심선(122)과 각도(164)를 이룬다. 구동 아암(153)은 각도(166) 만큼 시계 방향으로 회전되었고 따라서 그 구동 아암(153)은 이제 공유 링크 중심선(122)과 각도(163)를 이룬다. 각도(167)와 각도(166)는 실질적으로 같아, 구동 아암(153)과 구동 아암(152)은 여전히 평행하다. 공유 링크(121)는 움직이지 않았고 여전히 기준 수평(130)과 각도(162)를 이루고 있다. 피봇 조인트(136)와 피봇(134) 사이의 거리(L1)는 dL1 만큼 증가하여 거리(L1')로 되었고 또한 피봇 조인트(135)와 피봇(133) 사이의 거리(L2)는 dL2 만큼 감소하여 L2'로 되었다.

[0031] 시스템(110)은 잠(jam) 고장 작동 모드에서 액츄에이터들 중의 하나가 잠된 후에도 계속 작동할 수 있다. 이 잠 고장 상태는 도 5에 나타나 있다. 이 상태에서, 우측 액츄에이터(141)가 출력축이 고정되어(즉, 폐쇄형 고장 또는 잠) 고장난 것으로 취급되고, 시스템(110)은 좌측 액츄에이터(140)에 의해 도 1에 나타나 있는 수평 상태로부터 작동되었다.

[0032] 우측 액츄에이터(141)는 잠되었기 때문에, 출력축(143)은 공유 링크(121)에 효과적으로 단단히 결합되며 구동 아암(153)과 공유 링크 중심선(122) 사이의 각도(163)는 변하지 않을 것이다. 공유 링크(121), 액츄에이터(141) 및 구동 아암(153)은 이제 단일의 강성 부재 또는 링크를 형성하게 된다. 액츄에이터(141)를 통과하는 제2 링크 경로(원래는 5개의 피봇 조인트를 갖는 강성 4절 링크였음)는 이제 4개의 피봇 조인트를 갖는 3절 링크이다. 좌측 액츄에이터(140)를 통과하는 제1 링크 경로는 여전히 4절 링크인데, 왜냐하면 그의 경로에 있는 좌측 액츄에이터는 잠되지 않았기 때문이다. 전체 링크 시스템은 이제 단지 하나의 자유도로만 규정된다. 이 하나의 자유도는 여전히 작동하는 좌측 액츄에이터(140)에 의해 제어될 수 있다.

[0033] 도 5에 나타나 있는 바와 같이, 우측 구동 아암(153)의 우측 구동 아암 중심선(158) 및 좌측 구동 아암(152)의 좌측 구동 아암 중심선(159)은 더 이상 서로 정렬되어 있지 않다. 우측 액츄에이터(141)는 잠되었기 때문에, 우측 구동 아암(153)과 공유 링크 중심선(122) 사이의 각도(163)는, 도 1 및 2에 나타나 있는 수평 상태에서와 동일한 각도(공유 링크 중심선(122)에 대한 각도)로 고정되거나 잠되어 있다. 그러나, 좌측 구동 아암(152)은 공유 링크(122)에 대해 각도(167) 만큼 시계 방향으로 움직여 좌측 구동 아암(152)과 공유 링크 중심선(122) 사이의 각도(164)가 증가 되었다.

- [0034] 좌측 액츄에이터(140)가 좌측 구동 아암(152)을 시계 방향으로 구동함에 따라, 상측 연결 로드(146)는 우측으로 밀리게 된다. 상측 연결 로드(146)가 우측으로 밀림에 따라, 플랩(125)은 조인트(136)를 통해 우측으로 밀리게 된다. 이리하여, 플랩(125)은 항공기 프레임(120)에 대해 시계 방향으로 회전하게 될 것이다. 플랩(125)이 시계 방향으로 회전함에 따라 하측 연결 로드(147)는 좌측으로 움직일 것이다. 우측 액츄에이터(141)가 챔되어 있기 때문에, 우측 구동 아암(153) 및 공유 링크(121)는 단일의 강성체로서 작용하게 되고, 하측 연결 로드(147)가 좌측으로 움직임에 따라, 공유 링크(121) 또한 좌측으로 움직이게 된다(피봇 조인트(131)를 중심으로 시계 방향으로 회전하게 됨). 공유 링크(121)는 그의 예전 중심선 위치(172)로부터 각도(168) 만큼 시계 방향으로 회전하여 현재의 중심선 위치(122)에 있게 된다. 도 5에 나타나 있는 바와 같이, 이 상태에서 수평 기준(130)과 공유 링크 중심선(122) 사이의 각도(162)는 도 4에 나타나 상태에서의 각도(162)로부터 증가되었다.
- [0035] 따라서, 우측 액츄에이터(141)가 챔되었더라도, 좌측 액츄에이터는 플랩(125)을 시계 방향 및 반시계 방향으로 작동시킬 수 있다. 도 4에 나타나 있는 이중 작동 모드에서처럼 서로 밀어 내는 2개의 액츄에이터를 갖는(공유 링크(121)는 움직이지 않고 가만히 유지됨) 대신에, 한 액츄에이터는 공유 링크(121)를 밀어 내고 이 공유 링크(121)의 대응하는 회전에 응하여 토크가 플랩(125)에 제공된다.
- [0036] 이 실시예에서, 좌측 액츄에이터(140)의 주어진 회전량에 대해, 플랩(125)은 이중 작동 모드의 경우 보다 적게 회전할 것인데, 이중 작동 모드에서는 좌측 액츄에이터(140)와 우측 액츄에이터(141) 둘다 회전한다. 예컨대, 도 4와 도 5를 비교해 보면, 플랩(125)의 각도(161) 만큼의 동등한 회전에 대해, 각도(164), 즉 구동 아암(152)이 공유 링크 중심선(122)과 이루는 각도는 도 4와 비교하여 도 5에서 상당히 더 크다.
- [0037] 시스템(110)은 또한 최소 백래시(backlash) 모드로 작동할 수 있는데, 이 모드에서는 우측 액츄에이터(141) 및 좌측 액츄에이터(140)는 플랩(125)의 작동시 일어나는 백래시를 최소화하기 위해 서로 반대되는 일정한 토크를 가하게 된다. 다시 말해, 두 액츄에이터(140, 141)는 그들 각각의 연결 로드(146, 147)를 항상 밀거나 또는 항상 끌어 당기도록 구성될 수 있으며, 플랩(125)은 더 세게 작동하는 액츄에이터를 제어하여 움직인다.
- [0038] 예컨대, 두 액츄에이터 구동 아암(152, 153)이 그들의 대응하는 연결 로드(146, 147)를 각각 밀게 되는 최소 백래시 모드로 작동하면, 우측 액츄에이터(141)는 작은 최소 토크로 아암(153)을 반시계 방향으로 구동시키고 좌측 액츄에이터(140)는 동등한 최소 크기의 토크로 아암(152)을 시계 방향으로 구동시키게 된다. 이 경우, 연결 로드(146, 147)는 항상 우측으로 구동된다. 이리하여, 링크 시스템에 장력이 발생하게 되는데, 이 장력에 의해 모든 조인트의 내부 접촉 계면들이 한쪽으로 몰리게 될 것이며, 그래서 백래시가 최소화된다. 플랩(125)을 움직이기 위해, 그 플랩(125)의 원하는 회전 방향에 따라 액츄에이터(140) 또는 액츄에이터(141)는 그의 연결 로드를 더 세게 밀기 위해 증가된 토크를 가하게 된다. 이 모드에서 액츄에이터는 그의 대응하는 연결 로드를 끌어 당기도록 작동되지 않을 것이다(해소되고 있는 고장 상태가 없다면). 대안적으로, 최소 백래시 모드는, 동일한 방식으로 하지만 액츄에이터들이 그들의 대응하는 연결 로드를 미는 대신에 항상 끌어 당기게 하여 실행될 수도 있다. 최소 백래시 모드는 마찰 또는 동력 사용을 증가시킬 수 있지만, 백래시가 실질적으로 없이 시스템(110)을 작동시키는 방법을 제공한다.
- [0039] 시스템(110)을 변경된 성능 모드로 작동시키기 위한 구성이 도 6에 나타나 있다. 변경된 성능 모드는 시스템 액츄에이터(140, 141)와 플랩(125) 사이의 기계적 이점을 변화시키는 방법을 제공한다. 도 6에 나타나 있는 구성은 도 1과 비교해 보면, 플랩(125)이 양쪽 구성에서 수평으로 위치되어 있지만, 구동 아암(152, 153) 및 공유 링크(121)는 도 6에 나타나 있는 구성에서는 조정되어 있다. 보다 구체적으로, 공유 링크(121)는 각도(168) 만큼 시계 방향으로 회전되어 있고, 구동 아암(152)은 각도(167) 만큼 시계 방향으로 회전되어 있으며 또한 구동 아암(153)은 각도(166) 만큼 반시계 방향으로 회전되어 있다.
- [0040] 이러한 조정으로, 액츄에이터(140, 141)와 플랩(125) 사이의 기계적 이점이 증가된다. 이는 아마도 구동 아암(152)의 주어진 시계 방향 회전에 대해 제어 로드(146)가 우측으로 움직이는 양을 고려해 보면 가장 쉽게 알 수 있다. 도 1에서, 구동 아암(152)은 구동 연결 로드(146)에 수직하므로, 구동 로드(152)가 시계 방향으로 회전하면, 연결 로드(146)는 최대의 양으로 우측으로 움직이게 된다. 피봇 조인트(194)는 수평 방향 성분만 갖고 움직이게 될 것이다. 도 1과 도 6을 비교해 보면, 구동 아암(152)은 도 6의 구성에서 연결 로드(146)와 둔각을 이루므로, 구동 아암(152)이 회전하면, 피봇 조인트(136)는 우측 하방으로 움직이게 될 것이다. 이 운동은 수평 방향 성분과 수직 방향 성분으로 "분할"되므로, 연결 로드(146)는 도 1에 나타나 있는 구성과 비교하여, 구동 아암(152)의 주어진 회전 각도에 대해 우측으로 많이 움직이지 않는다. 효과적으로, 링크 시스템에서의 기계적 이점은 공유 링크(121)가 항공기 프레임(120)의 수평 기준(130)과 이루는 각도(162)를 변화시켜 조정된다. 기계적 이점을 조정할 수 있으므로, 플랩(125)의 최대 운동 속도, 플랩(125)의 최대 각변위, 백래시, 플랩(125)에 가해

질 수 있는 최대 토크 및 시스템의 고유 공진 주파수와 같은 비행 특성들을 변경할 수 있다.

[0041] 도 1 ~ 도 6에 나타나 있는 바와 같이, 시스템(110)은 2개의 독립적인 자유도를 갖는다. 다시 말해, 고정된 기준 항공기 프레임(120)이 주어지면, 다른 모든 구성 요소 및 피봇 조인트의 위치들은 2개의 독립 변수(X, Y)로 규정될 수 있으며, 여기서 X, Y는 서로 독립적으로 변할 수 있다. 예컨대, 플랩(125)의 중심선(127)과 수평 기준(128) 사이의 각도(161) 및 수평 기준(130)과 공유 링크 중심선(122) 사이의 각도(162)는 시스템에서 2개의 자유도를 특정하는 2개의 독립 변수를 규정하게 된다. 플랩 각도(161)는 도 3의 구성에 나타나 있는 바와 같이 공유 링크 각도(162)와는 독립적으로 변할 수 있다. 대안적으로, 도 6의 구성에 나타나 있는 바와 같이, 플랩 각도(161)가 일정하게 유지될 때 공유 링크 각도(162)는 조정될 수 있다. 따라서, 플랩 각도(161)와 공유 링크 각도(162)는 독립 변수이다. 주어진 플랩 각도(161) 및 공유 링크 각도(162)에 대해, 구동 아암(152, 153)의 각도(163, 164)는 고정된다. 시스템에는 단지 2개의 자유도만 있는데, 그래서 2개의 자유도가 일정하게 유지되면 (각도(161, 162)), 전체 시스템은 고정된다. 대안적으로 각도(163, 164)를 규정할 수 있다. 주어진 각도(163, 164)에 대해, 플랩 각도(161) 및 공유 링크 각도(162)는 고정된다. 좌측 액츄에이터(140)는 각도(164)를 직접 제어하도록 되어 있다. 유사하게, 우측 액츄에이터(141)는 각도(163)를 제어한다. 액츄에이터 각도(140, 141) 및 그래서 액츄에이터 각도(163, 164)를 제어할 수 있으므로 해서, 플랩 각도(161) 및 공유 링크 각도(162)를 제어할 수 있다. 2개의 자유도가 있기 때문에, 액츄에이터들 중의 하나가 고정되어 시스템이 이제 단일 자유도의 시스템이 되더라도, 다른 액츄에이터가 여전히 플랩 각도(161)를 변화시킬 수 있다.

[0042] 일반적으로, 시스템(110)은 부분적으로 종속적인 2개의 링크 경로로 이루어진 기계적 링크를 갖는다. 각각의 링크 경로는 2개의 자유도를 갖는다. 링크 경로들은 하나의 자유도(각도(121))를 공유한다. 각각의 링크 경로는 그의 경로를 따라 액츄에이터를 갖는데, 이 액츄에이터는 상기 링크 경로의 자유도들 중의 하나를 제어한다. 두 액츄에이터를 제어함으로써, 시스템의 모든 자유도가 규정된다. 자유도 중의 하나가 고정되면, 시스템의 다른 자유도를 사용하여 플랩의 각도를 변화시킬 수 있다. 이 결과 내캡성(jam resistance)이 얻어진다. 또한, 제2 자유도를 가짐으로써, 플랩 각도와는 독립적인 자유도를 사용하여 시스템의 기계적 이점을 조정하거나 또는 플랩 각도의 조정 없이 사용중에 시스템을 시험할 수 있다.

[0043] 시스템의 제2 실시 형태(210)가 도 7 및 도 8에 나타나 있다. 이 실시 형태에서, 시스템(110)에 있는 구동 아암(152, 153) 및 연결 로드(146, 147)는 선형 스픈들(296, 297)로 대체되었다. 제1 실시 형태(110)와 유사하게, 시스템(210)은 기준(220) 상에 있는 두 위치(220a, 220b) 사이에서 2개의 링크 경로를 갖는 기계적 링크로 규정된다. 제1 링크 경로는 기준(220a)에서부터 기준(220b)까지 규정되며 피봇 조인트(231), 공유 링크(221), 피봇 조인트(233), 선형 스픈들(297), 피봇 조인트(235), 플랩(225) 및 피봇 조인트(226)를 포함한다. 제2 링크 경로 또한 기준(220a)에서부터 기준(220b)까지 규정되는데, 하지만 피봇 조인트(231), 공유 링크(221), 피봇 조인트(234), 선형 스픈들(296), 피봇 조인트(236), 플랩(225) 및 피봇 조인트(226)를 포함한다. 선형 스픈들(296)은 조인트(234)와 피봇 조인트(236) 사이의 거리(L1)가 조정될 수 있게 해준다. 유사하게, 선형 스픈들(297)은 피봇 조인트(233)와 피봇 조인트(235) 사이의 거리(L2)가 조정될 수 있게 해준다. 각각의 선형 스픈들은 실시 형태(210)의 기계적 링크 시스템에서 독립적인 자유도로 작용한다.

[0044] 시스템(210)은 시스템(110)에 대해 설명한 이중 모터 작동 모드로 작동될 수 있다. 예컨대, 선형 스픈들(296)이 짚아지고 반면 선형 스픈들(297)은 신장되면, 플랩(225)은 시계 방향으로 회전하게 되고 공유 링크(221)는 움직이지 않고 가만히 있다.

[0045] 추가적으로, 시스템(210)은 시스템(110)에 대해 설명한 챔 고장 작동 모드에서도 계속 작동할 것이다. 예컨대, 선형 스픈들(297)이 챔되면, 선형 스픈들(296)의 조정을 통해 플랩(225)의 각도는 계속 변화될 것인데, 왜냐하면 공유 링크(221)의 회전으로 인해 피봇 조인트(235)의 위치가 변할 수 있기 때문이다.

[0046] 시스템의 제3 실시 형태(310)가 도 9에 나타나 있다. 이 시스템(310)은 시스템(110)과 동일하지만, 스프링(382), 댐퍼(383) 및 브레이크(381)를 추가로 갖고 있다. 스프링(382)은 공유 링크(321)와 항공기 프레임 기준(320c) 사이에 위치된다. 도 9에 나타나 있는 수평 상태에서, 스프링(382)은 비압축 상태이다. 그러나, 공유 링크(321)가 도 9의 위치로부터 움직이면, 스프링(382)이 복원력 또는 복원 토크를 가하게 될 것이다. 그 스프링(382)은 선형 코일 스프링, 굴곡부, 또는 피봇 조인트(331) 주위에 배치되는 비틀림 스프링일 수 있다. 스프링(382)은 대안적으로 피봇 조인트(326) 주위에 배치될 수도 있다. 댐퍼(383)는 기준 구조체(320)에 대한 공유 링크(321)의 회전을 감쇠시키도록 되어 있다. 스프링(382) 및 댐퍼(383)는 백래시와 진동을 감소시키는 것과 같은, 시스템의 작동 역학을 변화시키는 데 유용하다.

[0047] 브레이크(381)는 기준(320)에 대한 공유 링크(321)의 위치를 고정시키도록 되어 있다. 시스템(310)이 이중 모터

작동 모드로 작동할 때, 그 시스템(310)의 작동은 시스템(110)의 작동과 실질적으로 동등하다. 스프링(382), 램퍼(383) 및 브레이크(381)의 효과는 액츄에이터들 중의 하나에 개방형 고장이 일어날 때 중요하다. 이 개방형 고장은 액츄에이터가 더 이상 그의 출력축에 토크를 가할 수 없을 때인데, 도 5를 참조하여 전술한 챕 발생 액츄에이터 고장과는 대조적인 것이다. 시스템(110)에서 개방형 고장은 문제가 되는데, 왜냐하면, 브레이크(381)가 없으면, 플랩(125)은 작동하는 나머지 액츄에이터의 작용에 상관 없이 위아래로 자유롭게 움직이기 때문이다. 이는 시스템이 2자유도 시스템이기 때문에 그런 것으로, 한 자유도가 제어되지 않으면(즉, 개방형 액츄에이터 고장), 시스템의 완전한 운동학적 상태는 제어될 수 없다. 그러나, 시스템(310)에 있는 브레이크(381) 때문에, 개방형 고장은 처리될 수 있다. 개방형 고장이 일어나면, 브레이크(381)가 활성화되어 공유 링크(321)를 고정시켜, 링크 시스템을 효과적으로 단일 자유도의 시스템으로 전환시키게 된다. 그리고 이 단일 자유도의 시스템은, 도 5를 참조하여 설명한 바와 같이, 작동하는 나머지 액츄에이터에 의해 작동되어 플랩(325)을 제어 할 수 있다.

[0048] 제4 실시 형태(410)가 도 10에 나타나 있다. 이 실시 형태에서, 구동 아암의 구성은 반대로 되어 있다. 보다 구체적으로, 구동 아암(452) 및 구동 아암(453)은 액츄에이터(441)의 회전 축선(443)과 피봇 조인트(426)를 통과하는 수평 기준선의 동일 측에 배치되어 있다. 이 구성에서, 액츄에이터(441)가 구동 아암(453)에 가하는 토크는 앞의 구성들과 비교하여 반대이다. 예컨대, 도 10을 참조하면, 구동 아암(453)이 연결 로드(447)를 우측으로 밀면, 반시계 방향의 대항 토크가 공유 링크(421)에 가해지게 된다. 도 9를 참조하여 비교해 보면, 구동 아암(353)이 연결 로드(347)를 우측으로 밀 때, 시계 방향의 대항 토크가 공유 링크(321)에 가해지게 된다. 전술한 바와 같이 구동 아암(453)이 연결 로드(447)를 우측으로 밀고 반시계 방향 토크를 공유 링크(421)에 가함에 따라, 구동 아암(452)은 연결 로드(446)를 좌측으로 끌어 당기고 시계 방향의 대항 토크를 공유 링크(421)에 가하게 된다. 구동 아암(453)에 의해 공유 링크(421)에 가해지는 반시계 방향 토크는 구동 아암(452)에 의해 가해지는 시계 방향 토크에 의해 상쇄된다. 이리하여, 기계적 링크 시스템에 대한 기계적 스트레인의 재배분이 가능하게 된다.

[0049] 제5 실시 형태(510)가 도 11 ~ 도 13에 나타나 있다. 시스템(510)은, 쉽게 운반될 수 있고 교체 가능한 라인 유닛으로서 대체될 수 있는 독립적인 패키지로서 최적화되어 있다. 보다 구체적으로, 시스템(510)은 그 자체의 기준(520)을 포함하는데, 이 기준은 항공기 프레임과 같은 외부 기준에 부착되기만 하면 된다. 링크 시스템의 다수의 점을 외부 기준에 설치할 필요가 더 이상 없다. 또한, 시스템(510)에 있는 공유 링크(521)는 이제 액츄에이터(540, 541)의 회전 축선과 일치하는 회전 축선을 갖고 설치되어 있다. 또한, 시스템(510)은 반대로 된 연결 로드 구조를 갖는다.

[0050] 시스템(510)의 기준 프레임(520)은 링크 시스템의 기준 구조체로서 작용한다. 공유 링크(521)는 좌측 회전 액츄에이터(540)와 우측 회전 액츄에이터(541)가 설치되는 작은 디스크이다. 우측 액츄에이터 출력축(543)은 프레임(520)의 지탱 조인트(531)를 통과한다. 그래서, 우측 출력축(543)은 프레임(520)에 대해 축선(544)을 중심으로 회전하도록 되어 있다. 유사하게, 좌측 출력축(542)은 프레임(520)의 지탱 조인트(532)를 통과하고 프레임(520)에 대해 축선(544)을 중심으로 회전하도록 되어 있다. 공유 링크(521)는 액츄에이터(540, 541)의 고정자와 함께 축선(544)을 중심으로 회전하도록 구성될 수 있다. 다시 말해, 출력축(542, 543)은 프레임(520)에 대해 고정되어 유지될 수 있고, 공유 링크(521), 액츄에이터(540) 및 액츄에이터(541) 모두는 프레임(520)에 대해 함께 회전한다.

[0051] 구동 아암(553)은 출력축(543)에 단단히 설치되며, 구동 아암(552)은 출력축(542)에 단단히 설치된다. 구동 아암(553)은 피봇 조인트(593)를 통해 연결 로드(547)에 연결된다. 유사하게, 구동 아암(552)은 피봇 조인트(594)를 통해 연결 로드(546)에 연결된다. 연결 로드(546)는 피봇 조인트(536)를 통해 수용 아암(556)에 연결된다. 유사하게, 연결 로드(547)는 피봇 조인트(535)를 통해 수용 아암(555)에 연결된다. 수용 아암(555) 및 수용 아암(556) 둘다는 시스템 출력축(525)에 단단히 설치된다. 다시 말해, 아암(555, 556)은 축(525)과 별개로 회전하지 않는다. 출력축(525)은 항공기 플랩과 같은 외부 부하를 구동시키도록 구성되어 있다.

[0052] 상기 반대로 된 연결 로드의 유사성으로 인해, 시스템(510)의 작동은 시스템(410)과 유사하다. 예컨대, 도 12를 참조하면, 시스템 출력축(525)을 시계 방향으로 구동시키기 위해, 구동 아암(553)은 연결 로드(547)를 우측으로 밀어야 하고 구동 아암(552) 또한 연결 로드(546)를 우측으로 밀어야 한다. 우측 액츄에이터(541)에 의해 구동 아암(553)에 가해지는 토크는, 좌측 액츄에이터(540)에 의해 구동 아암(552)에 가해지는 토크와 크기는 같고 방향은 반대이다. 액츄에이터(540, 541)에 의해 가해지는 토크들은 서로를 상쇄시키므로, 출력축(525)이 시계 방향으로 회전할 때 공유 링크(521)는 프레임(520)에 대해 회전하지 않는다.

- [0053] 액츄에이터들 중의 하나에 챔 고장이 일어나면, 시스템(110)에서 처럼, 그리고 도 5를 참조하여 설명한 바와 같이, 다른 액츄에이터가 계속 작동하게 될 것이다. 그러나, 출력축(525)이 회전할 때 공유 링크(521)는 (액츄에이터(540, 541)와 함께) 프레임(520)에 대해 회전할 것이다. 개방형 액츄에이터 고장을 처리하기 위해, 시스템(410)에서 설명한 바와 같이, 브레이크, 스프링 또는 댐퍼가 공유 링크(521)와 기준 프레임(520) 사이에 배치된다.
- [0054] 제6 실시 형태(610)가 도 14 ~ 도 17에 나타나 있다. 이 실시 형태에서, 공유 링크(621)는 프레임(620)과 슬라이딩 결합하도록 구성되어 있다. 나타나 있는 바와 같이, 프레임(620)은 개구(609)를 갖는데, 이 개구는 슬라이딩 결합으로 공유 링크(621)를 수용하도록 되어 있다. 공유 링크(621)는 프레임(620)에 대해 회전하지 않는다. 이중 모터 작동 모드 작동 중에, 공유 링크(621)는 프레임(620)에 대해 회전하지 않는다. 그러나, 챔 고장 작동 모드에서는, 프레임(620)에 대해 공유 링크(621)가 좌우측으로 움직임으로써, 링크 시스템은 챔 고장에서도 계속 작동하는 데 필요한 자유도를 갖게 된다.
- [0055] 제7 실시 형태의 시스템(710)이 도 18 ~ 도 24에 나타나 있다. 이 시스템(710)은 일반적인 구조 및 작동에 있어서 도 11 ~ 도 13에 나타나 있는 제5 실시 형태의 시스템(510)과 매우 유사하다. 그러나, 시스템(710)은 프레임(720)과의 회전 결합시 시스템 출력축(725)을 지지하는 더 큰 베어링(726a, 726b)을 갖는다. 유사하게, 베어링(733, 734)은 프레임(720)과 피봇팅 관계에 있는 공유 링크(721) 및 액츄에이터(740, 741)를 지지한다. 시스템(710)은, 고장간 평균 시간이 길고 컴팩트하며 교체가능한 라인 유닛을 제공한다.
- [0056] 도 18 및 도 19에 나타나 있는 바와 같이, 액츄에이터 시스템(710)은 주 구성 요소들로서 프레임(720), 시스템 출력축(725), 우측 액츄에이터(740), 좌측 액츄에이터(741), 공유 링크(721), 구동 아암(752), 구동 아암(753), 연결 로드(746) 및 연결 로드(747)를 포함한다.
- [0057] 프레임(720)은 하우징으로서 작용하고, 또한 액츄에이터 시스템 베어링들이 상호 작용하는 기준 구조체로서도 작용한다. 예컨대, 공유 링크(210)는 축선(744)을 중심으로 프레임(720)에 대해 회전 운동할 수 있도록 베어링(733, 734)에 의해 설치된다. 액츄에이터(740, 741)는 공유 링크(721) 상에 설치되고 그들 액츄에이터의 출력축 회전 축선은 축선(744)과 일치한다. 액츄에이터(740, 741)는 출력 유성 기어 단(stage)을 갖는 회전 모터이다. 우측 액츄에이터(740)의 출력축(742)은 스플라인(spline)이 형성되어 있고 구동 아암(752)에 단단히 결합된다. 우측 구동 아암(752)은 피봇 조인트(794)를 통해 연결 로드(746)의 좌측에 연결된다. 연결 로드(746)의 우측은 피봇 조인트(736)를 통해 구동 아암(756)에 결합된다. 구동 아암(756)은 시스템 출력축(726)에 단단히 결합된다. 시스템 출력축(726)은 축선(726)을 중심으로 회전 운동할 수 있도록 베어링(726a, 726b)을 통해 프레임(720)에 설치된다. 액츄에이터(741)의 출력축(743)은 스플라인이 형성되어 있고 구동 아암(753)에 단단히 연결된다. 구동 아암(753)은 피봇 조인트(793)를 통해 연결 로드(747)에 연결된다. 연결 로드(747)는 피봇 조인트(793)를 통해 구동 아암(755)에 연결된다. 구동 아암(755)은 시스템 출력축(725)에 단단히 결합된다.
- [0058] 시스템(710)의 작동은 다른 실시 형태들의 작동과 유사하다. 각각의 액츄에이터는 2 자유도 시스템에서 단일의 자유도를 제어한다. 시스템(710)에서, 액츄에이터(740, 741)는 둘다 연결 로드(746, 747)에 미는 힘을 가하거나 또는 끌어 당기는 힘을 가하기 위해 공유 링크(721)에 대한 토크를 서로 상쇄시킨다. 다시 말해, 액츄에이터(740)는 액츄에이터(741)에 의해 가해지는 토크와 크기가 같고 방향은 반대인 토크를 공유 링크(721)에 가하도록 구동된다. 도 18의 사시도에서 보는 바와 같이, 액츄에이터(740)에 의해 가해지는 토크에 의해 공유 링크(721)에 시계 방향 토크가 가해지면(이 시계 방향 토크에 의해 연결 로드(746)가 우측으로 밀리게 됨), 액츄에이터(741)는 반시계 방향 토크를 공유 링크(721)에 가하도록 구동될 것이다(이 반시계 방향 토크에 의해, 연결 로드(747)를 미는 우측 방향 힘이 발생됨). 따라서, 시스템 출력축(725)은 시계 방향으로 구동될 것이고, 공유 링크(721)에는 정미(net) 토크가 없다.
- [0059] 시스템(710)의 베어링 구성이 도 20에 나타나 있다. 외부 쉬스(sheath; 701)가 프레임(720)과 일체적인 부재로서 작용한다. 베어링(702)은 실린더(703)가 축선(744)을 중심으로 프레임(720)에 대해 회전할 수 있게 해준다. 실린더(704)에 의해 위치 유지되는 베어링(705)은 내부 실린더(706)가 또한 축선(744)을 중심으로 프레임(720)에 대해 회전할 수 있게 해준다. 유성 기어(707)는 내부 실린더(706)와 기어 캐리어(708) 사이에서 작동한다.
- [0060] 시스템(710)은 시스템(710)의 전체 크기에 대해 비교적 큰 베어링을 가지면서 매우 컴팩트한 형상 계수를 갖는다. 비교적 큰 베어링은 고장간 추정 평균 시간이 특히 긴 시스템을 얻는 데 도움이 된다.
- [0061] 개시된 액츄에이터 시스템 및 방법에 의해 몇가지 놀라운 이점을 얻게 되었다. 개시된 액츄에이터 시스템은 현재의 유압식 액츄에이터 보다 작고, 가벼우며 또한 빠르다. 개시된 액츄에이터 시스템은 필요할 때에만 동력을

사용하고, 또한 높은 유압의 유지 및 유압 밸브 누설에 대한 보상과 관련된 연속적인 낭비가 없다. 추가적으로, 전자 액츄에이터 제어 장치는 유압 밸브로 가능한 경우 보다 더 높은 대역폭의 제어를 제공한다. 또한, 개시된 액츄에이터 시스템 및 방법에서는 유압식 액츄에이터에서 필요한 복잡한 시일이 필요 없다.

개시된 액츄에이터 시스템 및 방법은 그의 신규한 특유의 구조로 인해 챔 고장시에도 계속 작동할 수 있다. 챔 고장 처리는 텔리즈 클러치에 대한 필요 없이 개시된 시스템에서 내재적으로 이루어진다. 추가적으로, 개시된 액츄에이터 시스템은 어느 한 액츄에이터에서의 개방형 액츄에이터 고장을 처리할 수 있는 단일 브레이크를 가질 수 있다. 현재의 예비적인 전기기계식 액츄에이터는 어느 한 시스템에서의 개방형 고장을 처리하기 위해 2개의 브레이크를 필요로 한다.

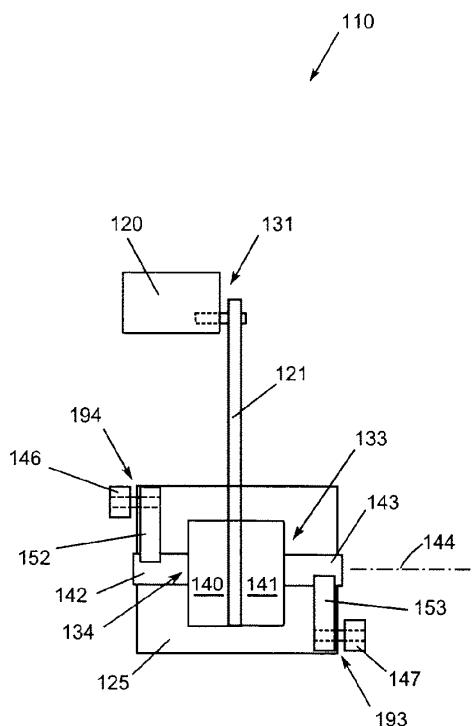
또한, 개시된 액츄에이터 시스템 및 방법은 내재적으로 액츄에이터 수명을 증가시키는데, 왜냐하면 각각의 액츄에이터는 일반적으로 액츄에이터 시스템에 의해 제공되는 일의 절반만 제공하기 때문이다. 개시된 액츄에이터 시스템은 액츄에이터 챔 고장 또는 액츄에이터 개방형 고장시에도 계속 작동할 것이며, 고장난 액츄에이터는 추가 작동 후 나중에 쉽게 교체될 수 있다. 개시된 액츄에이터 시스템은 또한 작동 중에 시스템의 기계적 이점을 조정할 수 있는 신규한 능력을 제공한다. 또한, 개시된 시스템에서는 백래시가 최소화될 수 있는 작동 모드가 제공된다. 시스템의 2 자유도 특성으로 인해, 액츄에이터 출력을 변경할 필요 없이 시스템 자체 시험을 작동 중에 수행할 수 있다. 이들 모든 이점 및 다양한 작동 모드들은 개시된 시스템에서 실시간으로 이용가능한데, 즉 시스템은 재구성을 위해 중단되거나 정지될 필요가 없다.

개시된 액츄에이터 시스템 및 방법의 다양한 대안적인 실시 형태들이 또한 가능하다. 예컨대, 모터는 동적 제동 또는 재생으로 작동되도록 구성될 수 있다. 모터 구동기, 동적 제동 레지스터 및 재생 캐패시터는 개시된 실시 형태와 결합될 수 있다. 추가적으로, 인코더 또는 리졸버와 같은 위치 센서가 서보 제어기와 함께 피봇 조인트들 중의 일부에 추가되어 완전한 서보 시스템을 형성할 수 있다. 열 센서가 추가되어, 베어링 및/또는 모터의 고장을 검출하고 진단하는 데 도움을 줄 수 있다. 토크 센서가 출력축 또는 구동축에 추가되어, 추가 작동 모니터링 및 피드백 신호를 제공할 수 있다.

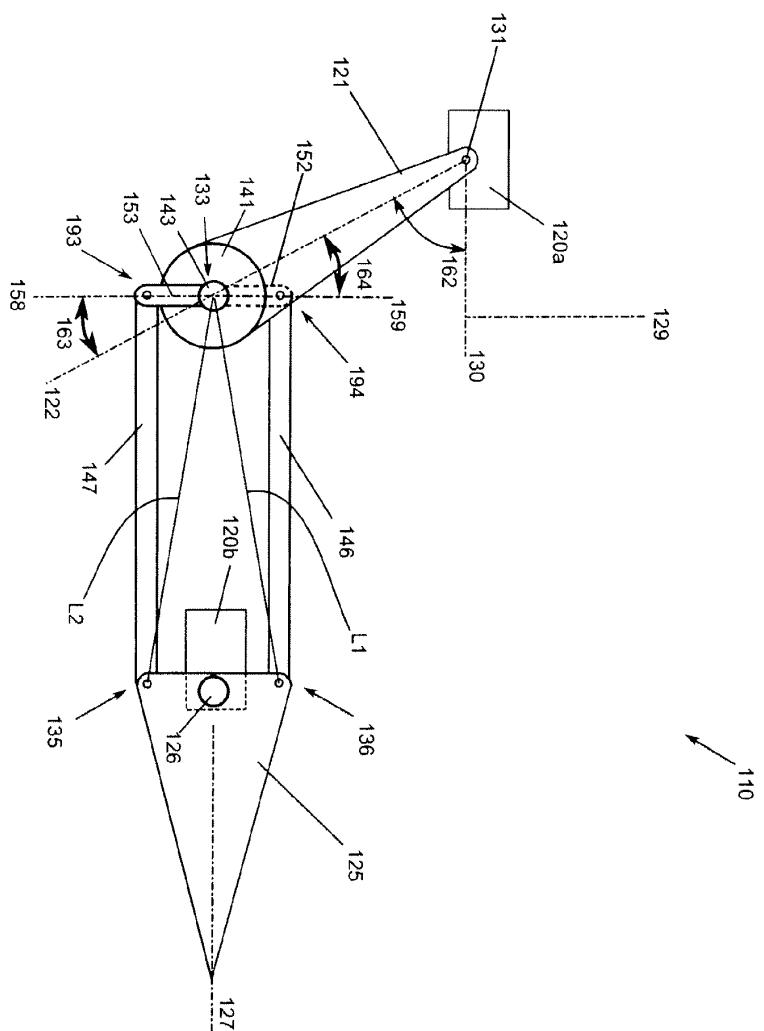
그러므로, 본 액츄에이터 시스템 및 방법의 현재 바람직한 형태를 나타내고 설명하였으며 몇몇 변형예를 논의했지만, 당업자라면 본 발명의 범위를 벗어 나지 않고 다양한 추가적인 변경이 이루어질 수 있음을 쉽게 이해할 것이다.

도면

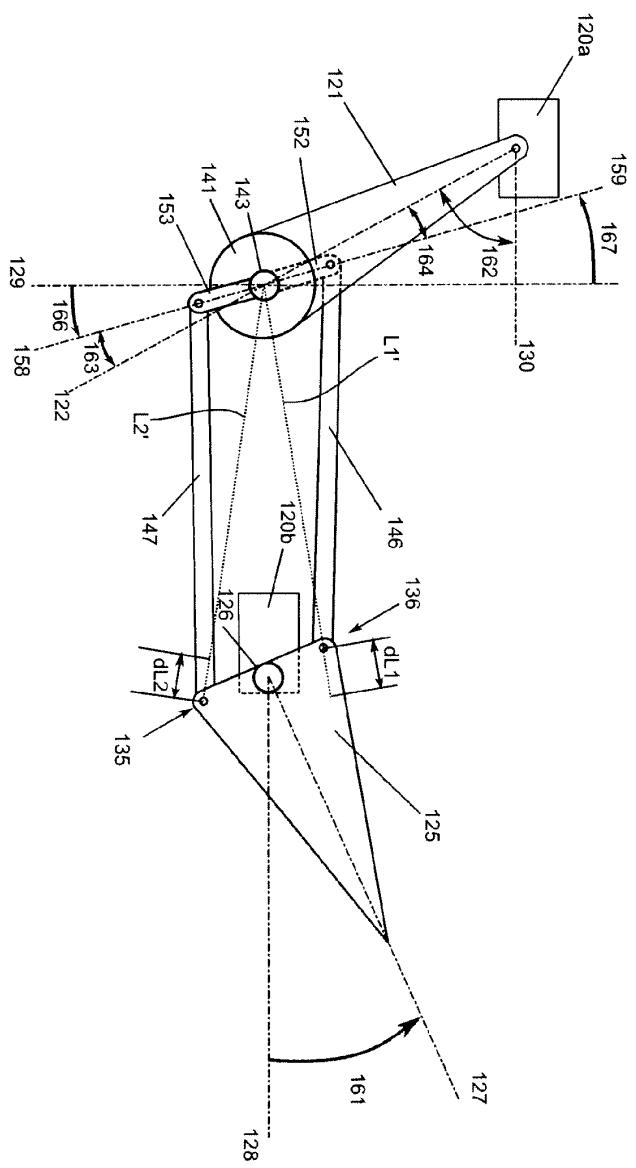
도면1



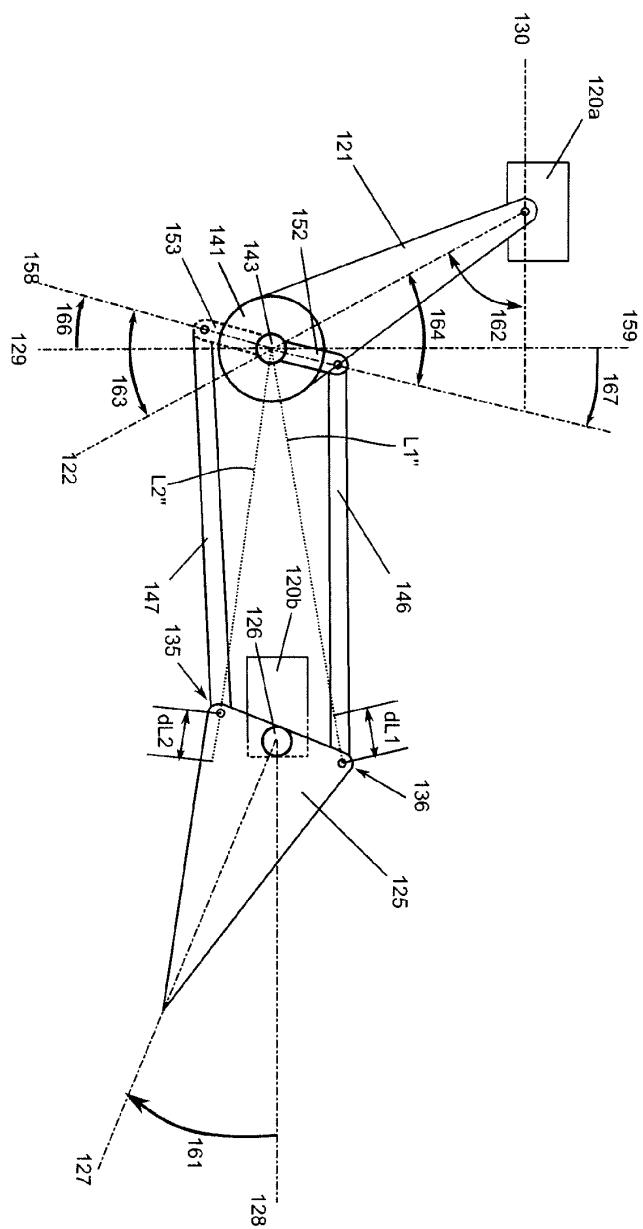
도면2



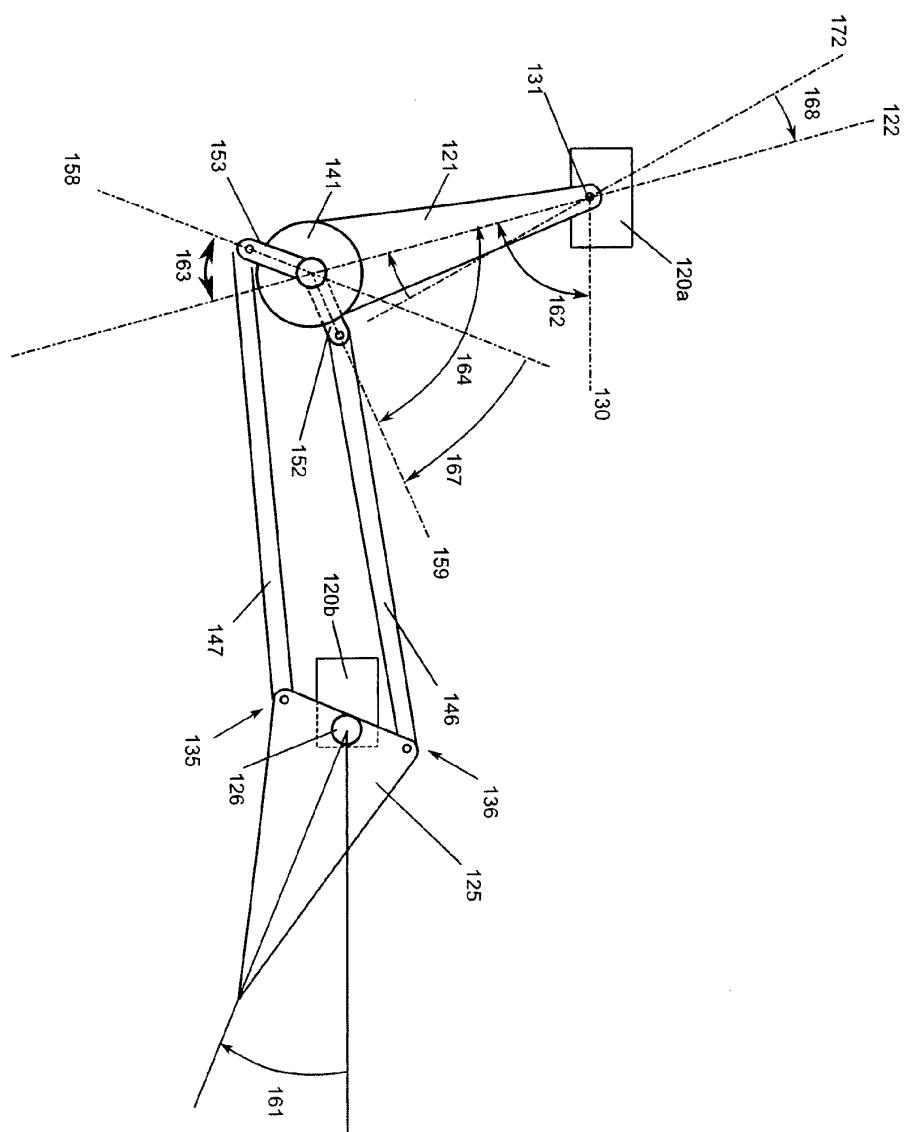
## 도면3



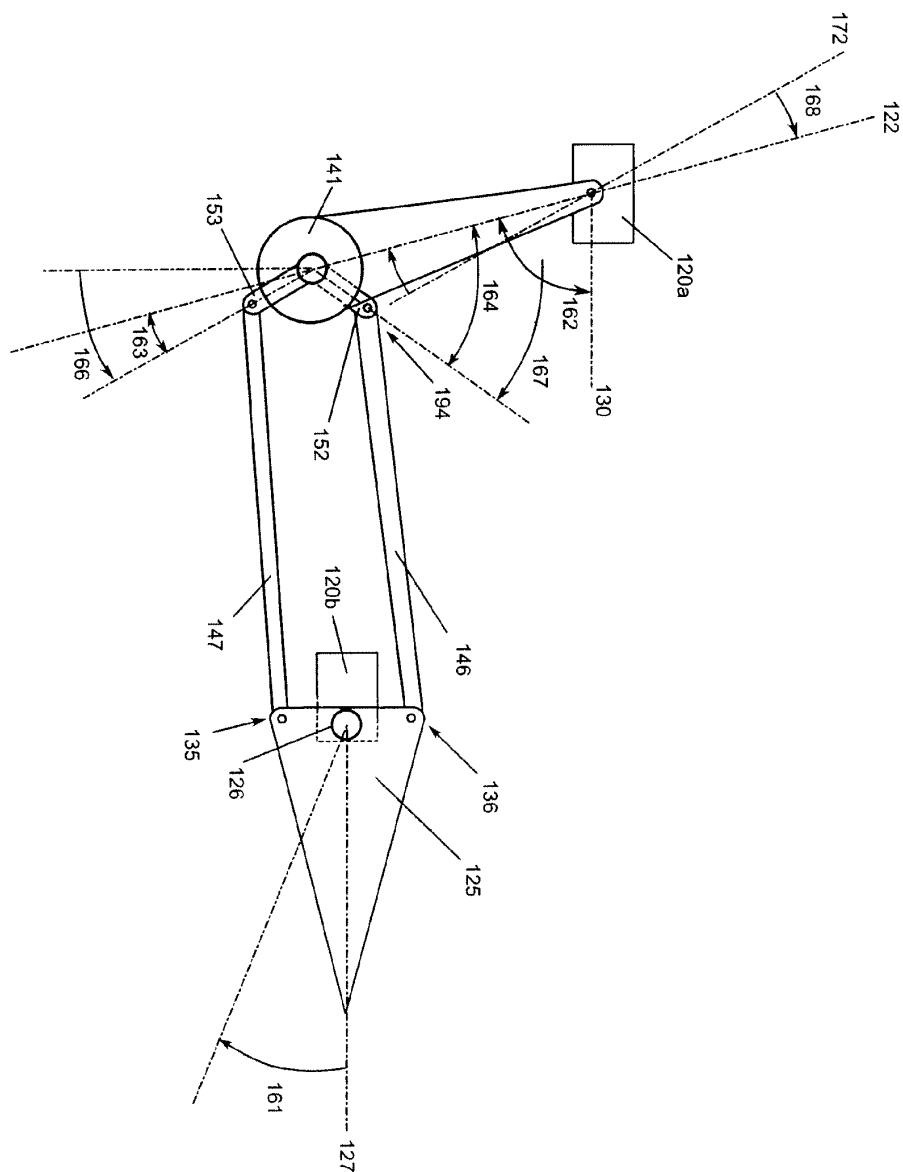
도면4



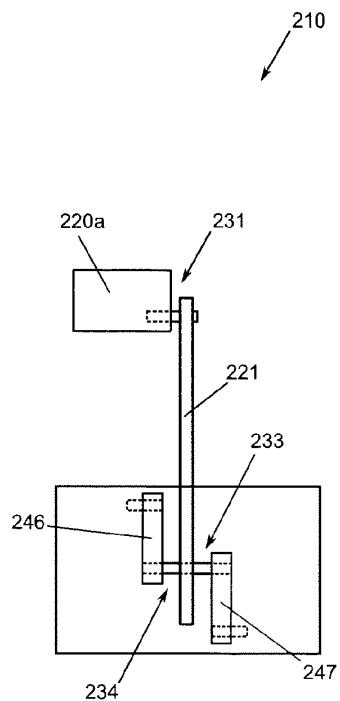
도면5



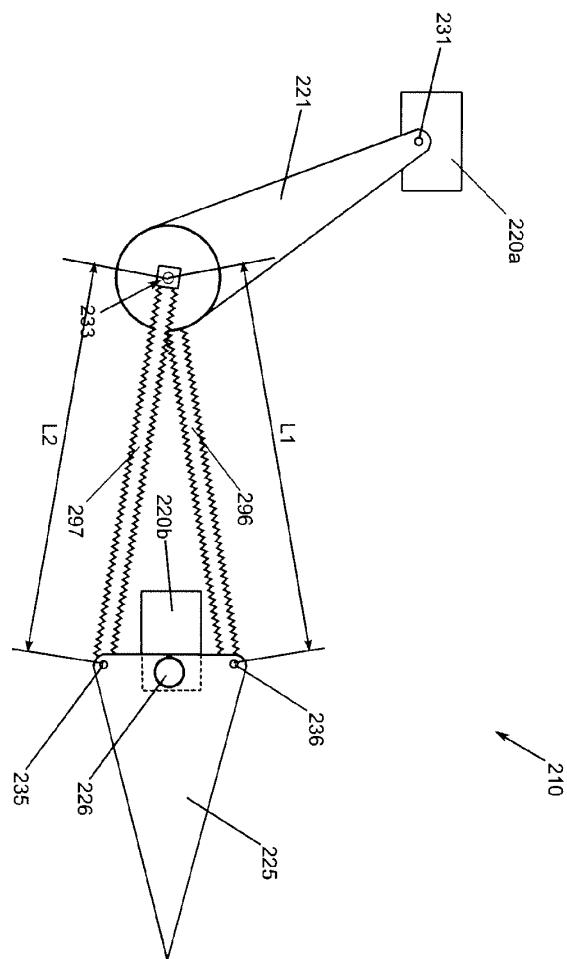
도면6



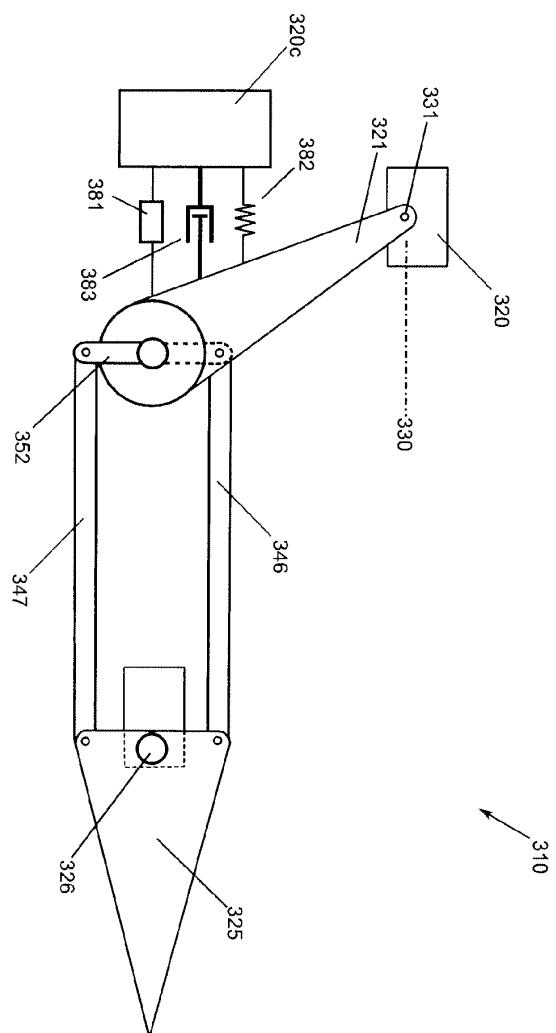
도면7



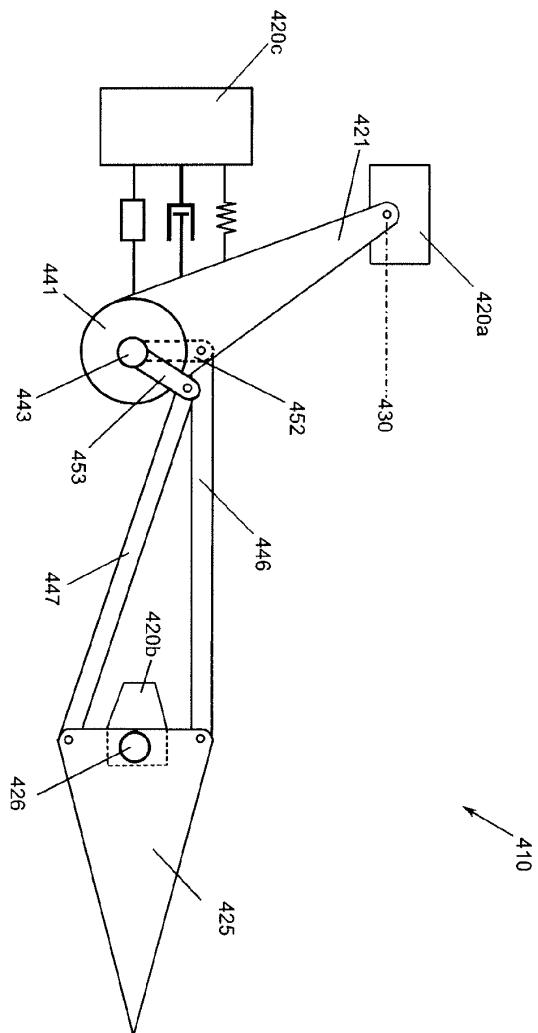
도면8



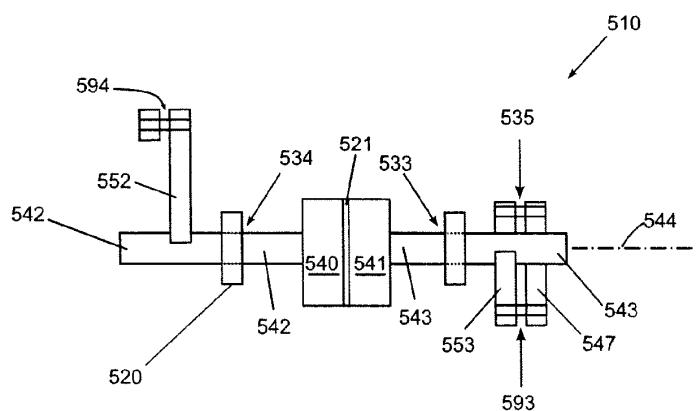
도면9



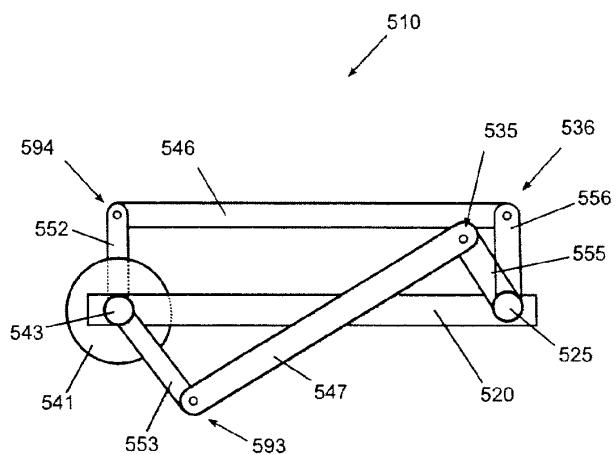
## 도면10



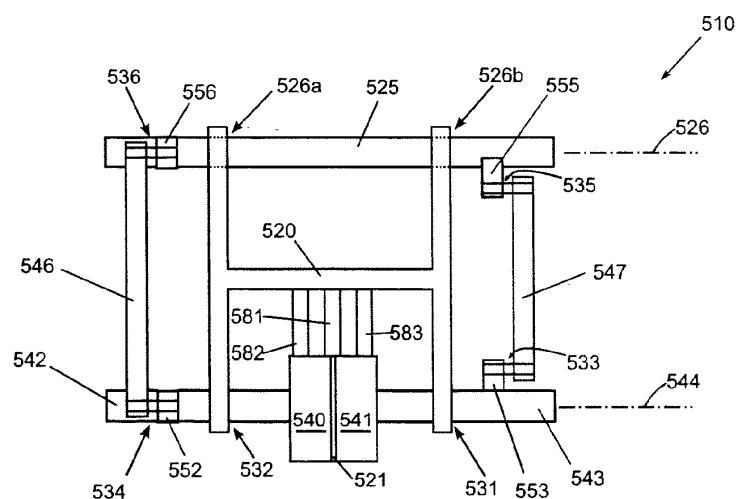
도면11



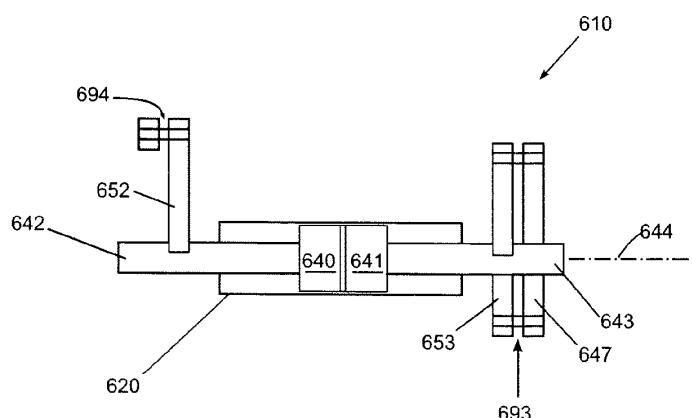
## 도면12



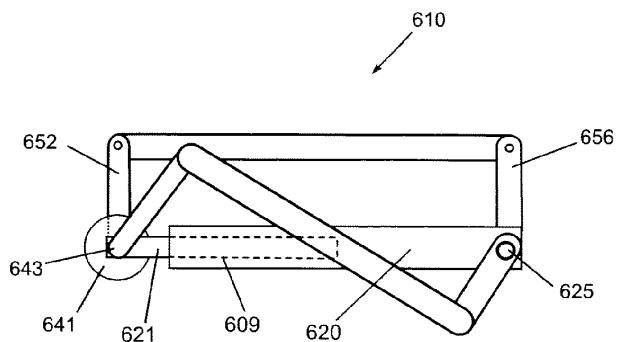
## 도면13



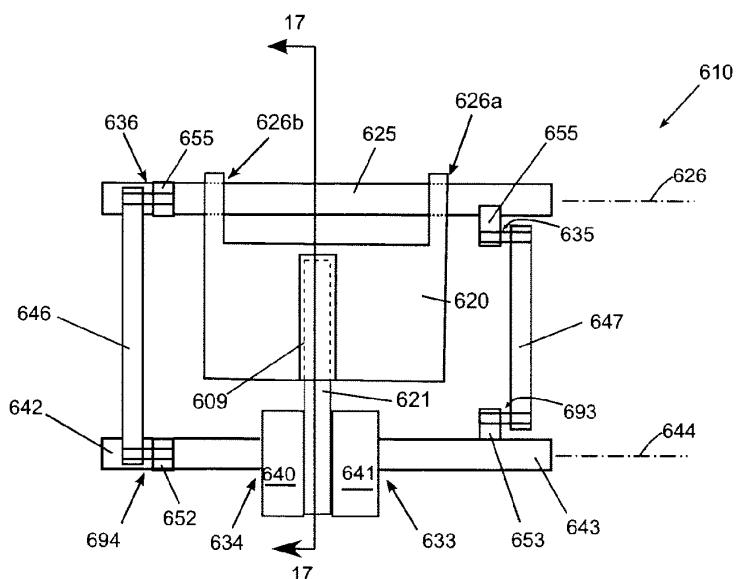
## 도면14



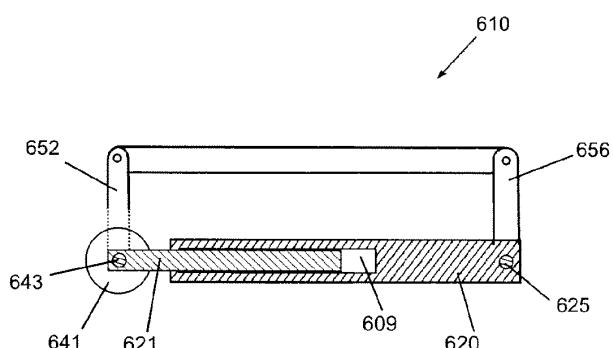
도면15



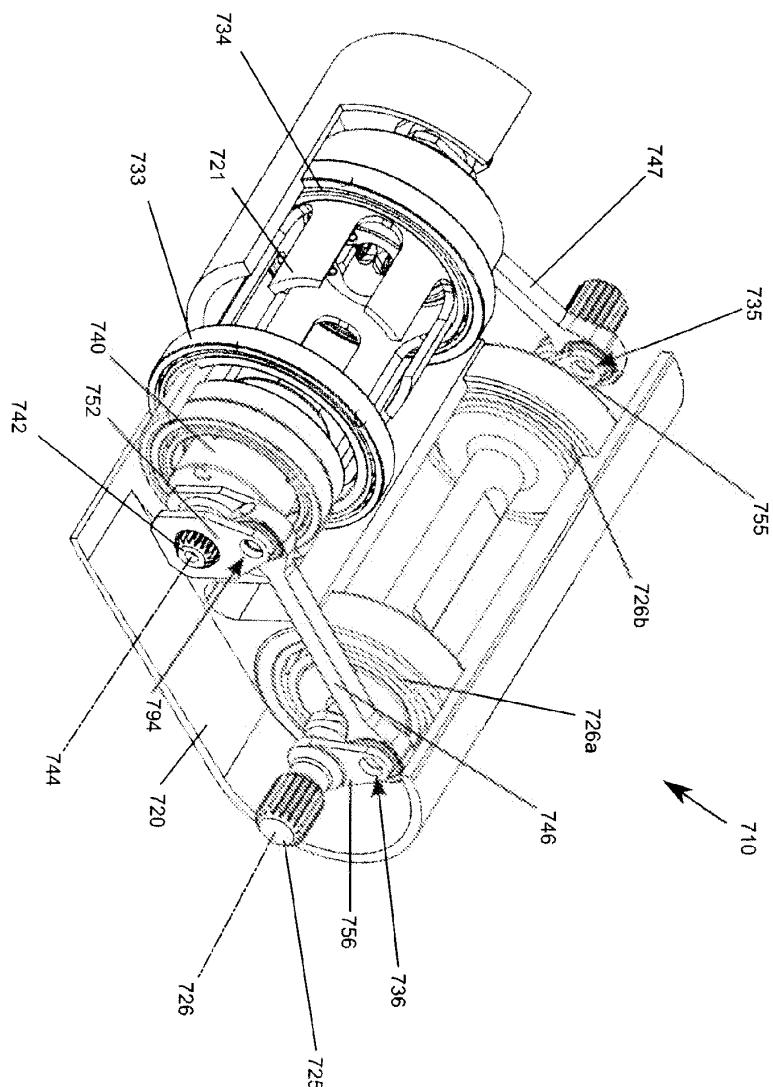
도면16



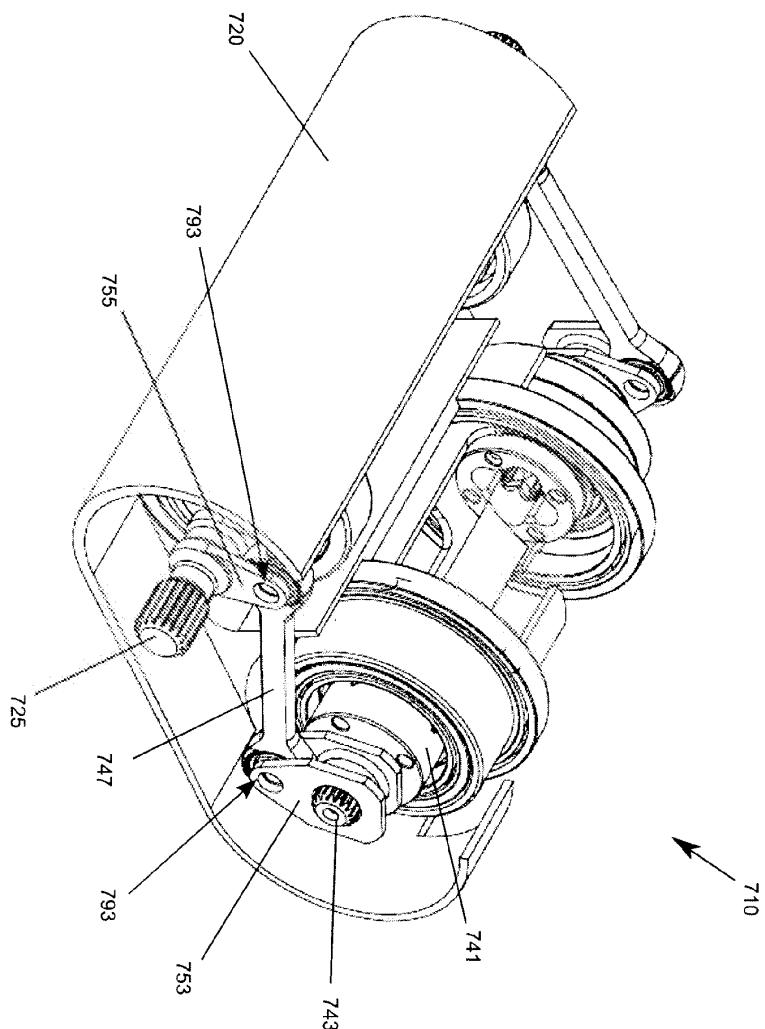
도면17



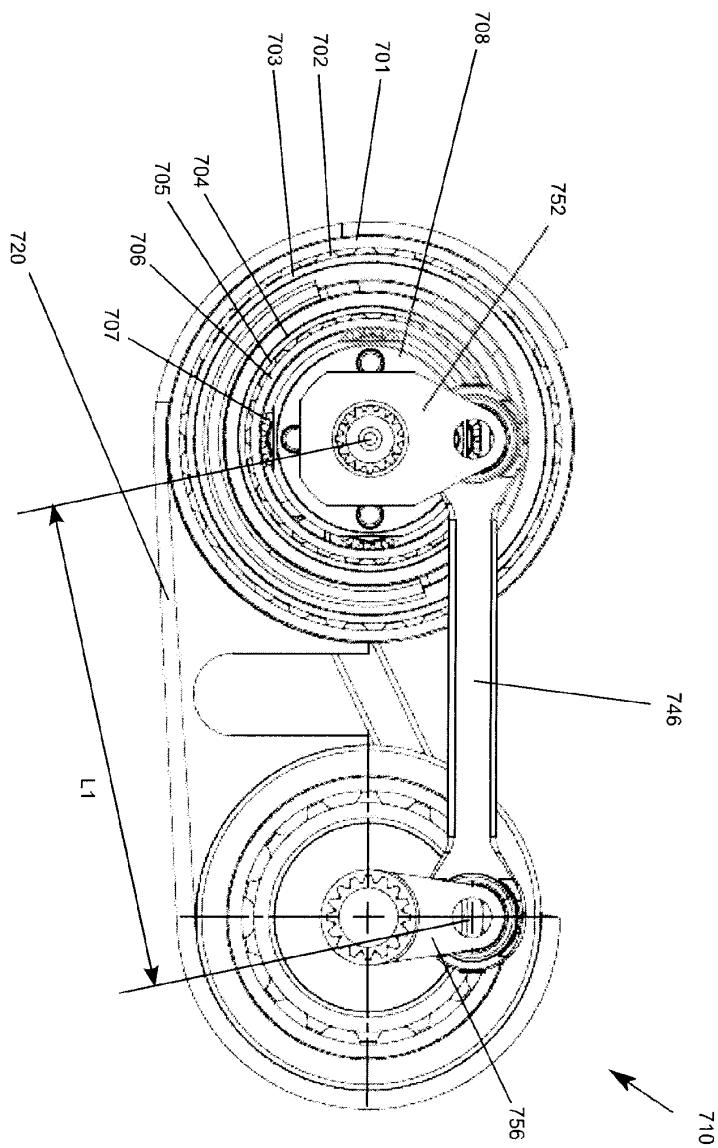
도면18



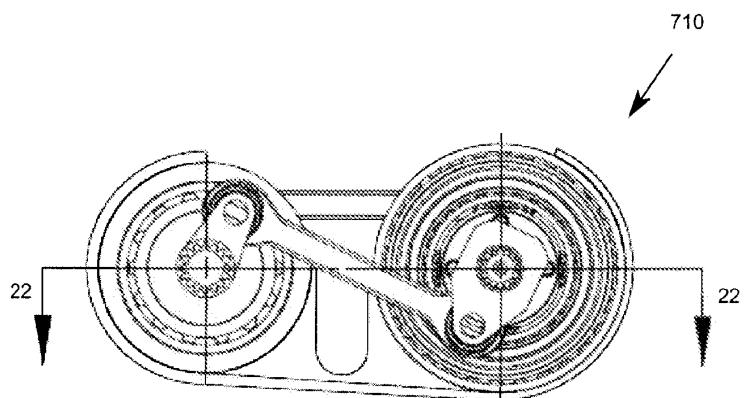
도면19



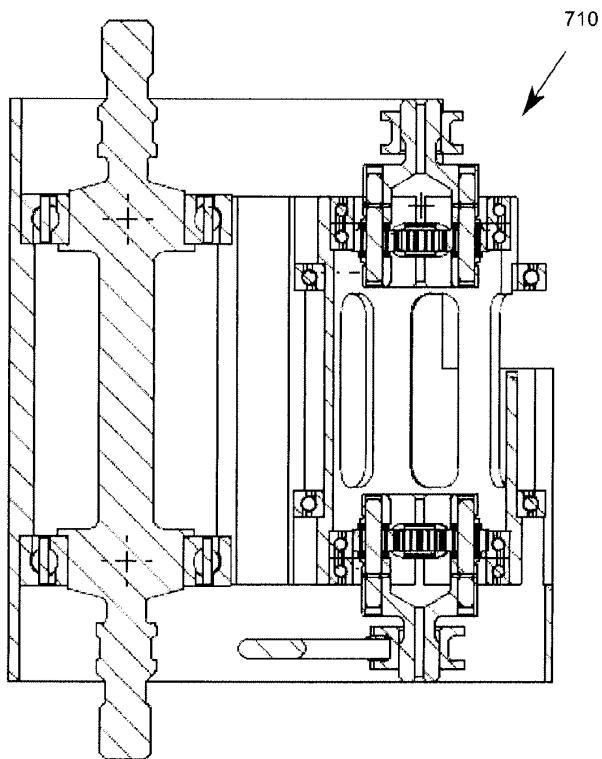
도면20



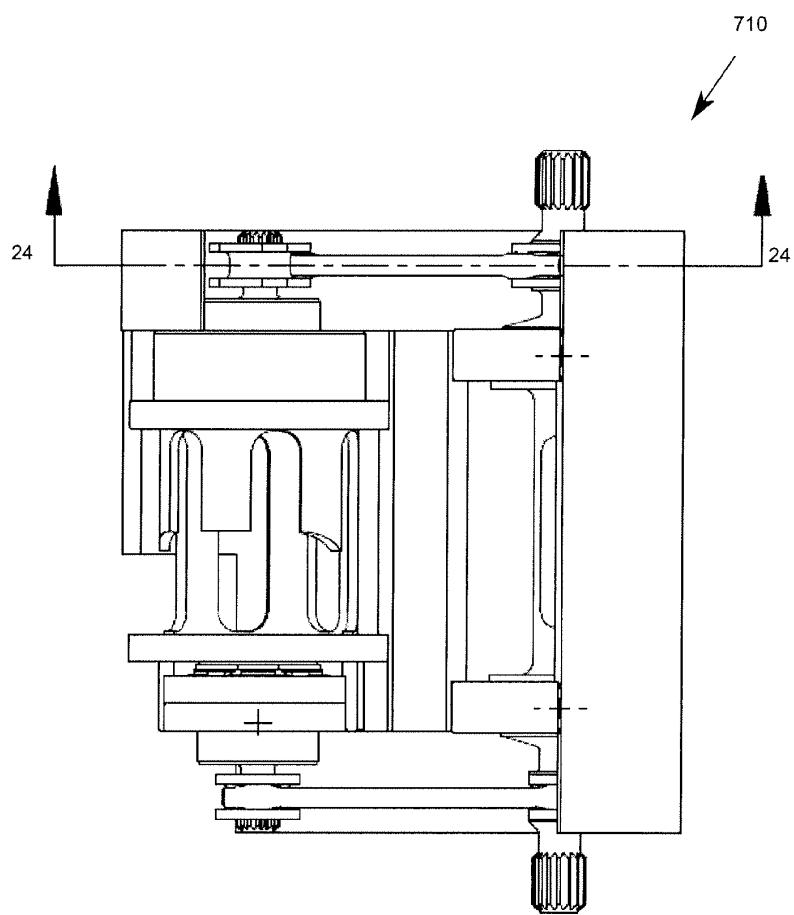
도면21



도면22



도면23



도면24

