



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월03일  
(11) 등록번호 10-2335485  
(24) 등록일자 2021년12월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B64C 33/02 (2006.01) F16H 21/18 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
B64C 33/02 (2013.01)  
F16H 21/18 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0066784  
(22) 출원일자 2021년05월25일  
심사청구일자 2021년05월25일  
(56) 선행기술조사문헌  
US20130320133 A1\*  
US20150008279 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
세종대학교산학협력단  
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
(72) 발명자  
홍성경  
서울특별시 서초구 동광로33길 15, 101호(반포동, 반포 이안애 1차)  
아우 티킴론  
서울특별시 광진구 군자로 121(군자동)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
유병욱, 한승범

전체 청구항 수 : 총 9 항

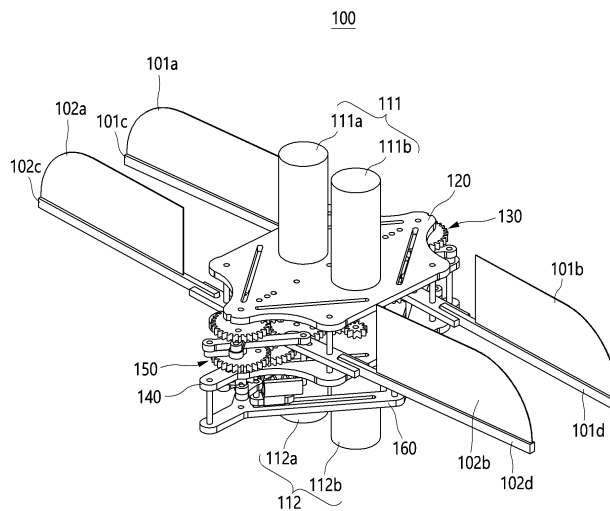
심사관 : 탁현석

(54) 발명의 명칭 **요 모멘트 제어가 가능한 퀴드 플래퍼**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 퀴드 플래퍼는, 상면 프레임; 상기 상면 프레임과 마주 보도록 이격 배치되는 하면 프레임; 상기 상면 프레임 및 상기 하면 프레임 사이에 형성되되, 상기 상면 프레임 또는 상기 하면 프레임에 근접하게 마련되는 제1 기어부 또는 제2 기어부; 상기 상면 프레임 또는 상기 하면 프레임에 마련되어 상기 제1 기어부 또는 상기 제2 기어부를 구동시키는 제1 구동부 또는 제2 구동부; 상기 제1 기어부 또는 상기 제2 기어부에 연결되어 플래핑 구동되는 2쌍의 날개; 및 상기 하면 프레임에 마련되어 상기 날개의 플래핑 구동에 의해 발생하는 탄성력을 이용하여 요 모멘트를 생성하는 탄성 유닛;을 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**김동현**

서울특별시 광진구 광나루로17길 24-12, 1층 1호(군자동)

**이석태**

서울특별시 광진구 면목로1길 18, 402호(군자동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711126109
과제번호	2018-0-01423-004
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성(R&D)
연구과제명	지능형 비행로봇 융합기술 연구
기여율	1/2
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345321135
과제번호	2020R1A6A1A03038540
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명	자율지능무인비행체연구소
기여율	1/2
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

상면 프레임;

상기 상면 프레임과 마주 보도록 하측에 이격 배치되는 하면 프레임;

상기 상면 프레임 및 상기 하면 프레임 사이에 형성되며, 상기 상면 프레임 및 상기 하면 프레임에 각각 근접하게 마련되는 제1 기어부 및 제2 기어부;

상기 상면 프레임 및 상기 하면 프레임에 각각 마련되어 상기 제1 기어부 및 상기 제2 기어부를 각각 구동시키는 제1 구동부 및 제2 구동부;

상기 제1 기어부 및 상기 제2 기어부에 각각 1쌍이 연결되어 플레핑 구동되는 2쌍의 날개; 및

상기 하면 프레임에 마련되고, 상기 2쌍의 날개의 플레핑 구동에 의해 압축되거나 압축이 해제되는 스프링을 포함하는 탄성 유닛;

을 포함하며,

상기 탄성 유닛은 상기 하면 프레임 및 상기 하면 프레임과 마주 보도록 배치된 가이드 프레임 사이에 위치하도록 마련되는 것을 특징으로 하는 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 탄성 유닛은 상기 하면 프레임에 형성된 슬라이딩 슬롯 또는 상기 가이드 프레임에 형성된 슬라이딩 슬롯을 따라 움직이도록 마련되는 것을 특징으로 하는 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼.

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

제3항에 있어서,

상기 하면 프레임에는,

상기 하면 프레임의 중심을 회전축으로 하여 회전 가능하게 마련되는 컨트롤 입력기어;

상기 컨트롤 입력기어의 양단에 형성된 기어와 맞물리도록 마련되는 컨트롤 출력기어; 및

상기 컨트롤 출력기어와 상기 탄성 유닛을 연결하도록 마련되는 연결 크랭크;가 마련되며,

상기 컨트롤 입력기어가 상기 회전축을 중심으로 시계방향 또는 반시계방향으로 회전함에 따라 상기 탄성 유닛의 초기 위치가 변경된 상태에서 상기 2쌍의 날개가 플레핑 구동을 하면 상기 탄성 유닛에 의해 요 모멘트가 발생하는 것을 특징으로 하는 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 하면 프레임의 슬라이딩 슬롯, 상기 가이드 프레임의 슬라이딩 슬롯 및 상기 탄성 유닛은 상기 2쌍의 날개에 대응하도록 각각 4개가 마련되고,

상기 하면 프레임의 슬라이딩 슬롯 및 상기 가이드 프레임의 슬라이딩 슬롯은 상기 하면 프레임의 중심을 지나는 수평선 및 수직선에 대해서 대칭이 되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 상면 프레임 및 상기 하면 프레임의 일면에는 각각,

상기 제1 구동부 또는 상기 제2 구동부에 의해 회전하는 구동 기어;

상기 구동 기어의 회전 중심을 연결하는 직선의 양측에 위치하고, 상기 구동 기어와 직간접적으로 맞물려서 상기 제1 구동부 또는 상기 제2 구동부의 구동력을 전달받아 회전하는 출력 기어;

상기 출력 기어에 일단이 회전 가능하게 연결되는 연결링크;

상기 연결링크의 타단에 일단이 회전 가능하게 연결되는 기어 크랭크; 및

상기 기어 크랭크의 타단이 회전 가능하게 연결되는 출력 크랭크;가 마련되며,

상기 상면 프레임에 인접하게 마련되는 상기 출력 기어, 상기 연결링크 및 상기 기어 크랭크에 의해서 회전되는 상기 출력 크랭크는 상기 하면 프레임에 인접하게 마련되는 상기 출력 기어, 상기 연결링크 및 상기 기어 크랭크에 의해서 회전되는 상기 출력 크랭크와 다른 것을 특징으로 하는 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 출력 크랭크는 상기 상면 프레임 또는 상기 하면 프레임에 연결되는 회전 중심, 상기 회전 중심의 일측에 형성된 슬라이딩 슬롯 및 상기 회전 중심의 타측에 형성되어 상기 날개가 연결되는 워그 슬롯을 포함하며,

상기 기어 크랭크의 타단에는 상기 출력 기어가 회전함에 따라 상기 하면 프레임의 슬라이딩 슬롯을 따라 움직이는 슬라이딩 핀이 삽입되며, 상기 슬라이딩 핀은 상기 출력 크랭크의 슬라이딩 슬롯 및 상기 하면 프레임의 슬라이딩 슬롯에 삽입되는 것을 특징으로 하는 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 출력 기어가 회전함에 따라 상기 기어 크랭크의 타단은 상기 슬라이딩 핀과 함께 상기 하면 프레임의 슬라이딩 슬롯을 따라 왕복 운동하게 되고,

상기 슬라이딩 핀이 상기 출력 크랭크의 슬라이딩 슬롯에 삽입된 상태로 상기 하면 프레임의 슬라이딩 슬롯을 따라 왕복 운동함에 따라 상기 출력 크랭크의 워그 슬롯은 상기 회전 중심을 기준으로 일정 각도 범위 내에서 회전 왕복 운동하는 것을 특징으로 하는 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼.

**청구항 10**

제9항에 있어서,

상기 탄성 유닛은,

스프링 박스;

상기 스프링 박스의 상부에 연결되는 캡;

상기 스프링 박스의 내부에 마련되는 스프링;

상기 스프링의 양단과 접촉하도록 마련되고, 어느 하나는 상기 슬라이딩 핀에 의해서 상기 스프링 박스의 내주면을 따라 슬라이딩 하도록 마련되는 피스톤; 및

상기 캡의 상면에 돌출 형성되어 상기 가이드 프레임의 슬라이딩 슬롯에 삽입되는 적어도 2개의 가이드 핀;을 포함하는 것을 특징으로 하는 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼.

### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 가이드 핀 중 어느 하나는 상기 연결 크랭크의 일단에 회전 가능하게 연결되고,

상기 슬라이딩 핀은 상기 하면 프레임의 슬라이딩 슬롯을 통과하여 상기 피스톤과 접촉하도록 마련되는 것을 특징으로 하는 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

본 발명은 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼에 관한 것으로, 보다 상세하게는 탄성 에너지를 저장해 다음 플래핑 사이클에 사용할 수 있어 토크와 전력 소모를 줄일 수 있는 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼를 제공한다.

#### 배경 기술

최근 4차 산업 혁명의 한 부분으로 드론의 자율비행 및 자동화 시스템에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그에 따라 다양한 분야에서 드론을 포함하는 무인비행체의 활용이 고려되고 있다. 특히, 물류배송과 같은 상업 분야에서의 활용이 빠르게 확대되고 있으며, 미국의 아마존, UPS, 독일의 DHL, 중국의 알리바바 등 물류 업체에서 멀티콥터형 드론의 자율비행을 이용한 물류배송 서비스를 시범운영하고 있다.

이처럼 자율비행은 드론을 포함하는 무인비행체의 핵심 기술 요소로 자리 잡고 있으며, 그 중 자동 착륙은 자율비행 중 높은 수준의 기술을 요구하고 있어 국내외로 관련 연구가 활발히 진행되고 있다.

한편, 새 또는 곤충의 날개짓을 모방한 비행체인 오니슈터(ornithopter)는 드론 또는 소형 무인비행체의 한 형태로서, 최근 관심이 커지고 있다.

오니슈터와 같은 소형 무인비행체는 큰 비행체는 가지 못하는 좁은 곳을 통과하며 감시 및 정찰 등의 다양한 용도로 활용될 수 있다. 특히, 멀티-플래퍼 비행체는 곤충 또는 새와 비슷한 날개 구동 형태를 가지기 때문에 멀티콥터 비행체보다 더욱 군용(감시 및 정찰)용도에 적합하다는 장점이 있다. 반면에, 소형 무인비행체 중 멀티콥터 또는 쿼드 콥터의 요 모멘트는 로터의 회전속도를 조절하여 발생하게 되는데, 이는 제한된 요 모멘트의 발생을 가져온다는 한계가 있다.

한편, 2개의 날개를 가지는 기존의 소형 무인비행체(2-wing flapper)는 순간적인 항력(drag)과 피치 모멘트(pitching moment)가 상쇄 또는 취소되지 않아서 불안정하다는 단점이 있다. 즉, 기존의 2-윙 플래퍼에서는 항력과 피치 모멘트가 매 사이클마다 상쇄되지만 순간적인 항력과 피치 모멘트는 상쇄시키지 못한다는 문제가 있다.

이러한 2-윙 플래퍼에서의 불안정성을 해결하기 위해 4개의 날개를 가지는 쿼드 플래퍼(quad flapper)가 제안되고 있다.

본 출원인은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명을 제안하게 되었다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

(특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1350839호(2014.01.07.)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 기존의 2-링 플레퍼에서의 불안정성을 해결할 수 있는 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플레퍼를 제공한다.

본 발명은 소형 무인비행체의 부족한 요 모멘트를 보충함으로써 기동력을 원활하게 보완할 수 있는 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플레퍼를 제공한다.

본 발명은 탄성에너지를 저장해 다음 사이클에 이용할 수 있기 때문에 토크와 전력소비를 줄이는 등 에너지 효율을 높일 수 있는 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플레퍼를 제공한다.

본 발명은 좌우 날개 뿐만 아니라 전방과 후방 날개에 대칭적으로 힘과 모멘트가 분포되기 때문에, 순간적인 항력과 피치 모멘트를 상쇄시킬 수 있어 안정적인 제어가 가능한 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플레퍼를 제공한다.

### 과제의 해결 수단

상기한 바와 같은 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플레퍼는, 상면 프레임; 상기 상면 프레임과 마주 보도록 하측에 이격 배치되는 하면 프레임; 상기 상면 프레임 및 상기 하면 프레임 사이에 형성되며, 상기 상면 프레임 및 상기 하면 프레임에 각각 근접하게 마련되는 제1 기어부 및 제2 기어부; 상기 상면 프레임 및 상기 하면 프레임에 각각 마련되어 상기 제1 기어부 및 상기 제2 기어부를 각각 구동시키는 제1 구동부 및 제2 구동부; 상기 제1 기어부 및 상기 제2 기어부에 각각 1쌍이 연결되어 플레핑 구동되는 2쌍의 날개; 및 상기 하면 프레임에 마련되어 상기 2쌍의 날개의 플레핑 구동에 의해 압축되거나 압축이 해제되는 스프링을 포함하는 탄성 유닛;을 포함할 수 있다.

상기 탄성 유닛은 상기 하면 프레임 및 상기 하면 프레임과 마주 보도록 배치된 가이드 프레임 사이에 위치하도록 마련될 수 있다.

상기 탄성 유닛은 상기 하면 프레임에 형성된 슬라이딩 슬롯 또는 상기 가이드 프레임에 형성된 슬라이딩 슬롯을 따라 움직이도록 마련될 수 있다.

상기 2쌍의 날개가 플레핑 구동함에 따라 상기 탄성 유닛의 스프링이 압축되거나 압축이 해제될 수 있다.

상기 하면 프레임에는, 상기 하면 프레임의 중심을 회전축으로 하여 회전 가능하게 마련되는 컨트롤 입력기어; 상기 컨트롤 입력기어의 양단에 형성된 기어와 맞물리도록 마련되는 컨트롤 출력기어; 및 상기 컨트롤 출력기어와 상기 탄성 유닛을 연결하도록 마련되는 연결 크랭크;가 마련되며, 상기 컨트롤 입력기어가 상기 회전축을 중심으로 시계방향 또는 반시계방향으로 회전함에 따라 상기 탄성 유닛의 초기 위치가 변경된 상태에서 상기 2쌍의 날개가 플레핑 구동을 하면 상기 탄성 유닛에 의해 요 모멘트가 발생할 수 있다.

상기 하면 프레임의 슬라이딩 슬롯, 상기 가이드 프레임의 슬라이딩 슬롯 및 상기 탄성 유닛은 상기 2쌍의 날개에 대응하도록 각각 4개가 마련되고, 상기 하면 프레임의 슬라이딩 슬롯 및 상기 가이드 프레임의 슬라이딩 슬롯은 상기 하면 프레임의 중심을 지나는 수평선 및 수직선에 대해서 대칭이 되도록 형성될 수 있다.

상기 상면 프레임 및 상기 하면 프레임의 일면에는 각각, 상기 제1 구동부 또는 상기 제2 구동부에 의해 회전하는 구동 기어; 상기 구동 기어의 회전 중심을 연결하는 직선의 양측에 위치하고, 상기 구동 기어와 직간접적으로 맞물려서 상기 제1 구동부 또는 상기 제2 구동부의 구동력을 전달받아 회전하는 출력 기어; 상기 출력 기어에 일단이 회전 가능하게 연결되는 연결링크; 상기 연결링크의 타단에 일단이 회전 가능하게 연결되는 기어 크

랭크; 및 상기 기어 크랭크의 타단이 회전 가능하게 연결되는 출력 크랭크;가 마련되며, 상기 상면 프레임에 인접하게 마련되는 상기 출력 기어, 상기 연결링크 및 상기 기어 크랭크에 의해서 회전되는 상기 출력 크랭크는 상기 하면 프레임에 인접하게 마련되는 상기 출력 기어, 상기 연결링크 및 상기 기어 크랭크에 의해서 회전되는 상기 출력 크랭크와 다르게 형성될 수 있다.

상기 출력 크랭크는 상기 상면 프레임 또는 상기 하면 프레임에 연결되는 회전 중심, 상기 회전 중심의 일측에 형성된 슬라이딩 슬롯 및 상기 회전 중심의 타측에 형성되어 상기 날개가 연결되는 윙 슬롯을 포함하며, 상기 기어 크랭크의 타단에는 상기 출력 기어가 회전함에 따라 상기 하면 프레임의 슬라이딩 슬롯을 따라 움직이는 슬라이딩 핀이 삽입되며, 상기 슬라이딩 핀은 상기 출력 크랭크의 슬라이딩 슬롯 및 상기 하면 프레임의 슬라이딩 슬롯에 삽입될 수 있다.

상기 출력 기어가 회전함에 따라 상기 기어 크랭크의 타단은 상기 슬라이딩 핀과 함께 상기 하면 프레임의 슬라이딩 슬롯을 따라 왕복 운동하게 되고, 상기 슬라이딩 핀이 상기 출력 크랭크의 슬라이딩 슬롯에 삽입된 상태로 상기 하면 프레임의 슬라이딩 슬롯을 따라 왕복 운동함에 따라 상기 출력 크랭크의 윙 슬롯은 상기 회전 중심을 기준으로 일정 각도 범위 내에서 회전 왕복 운동할 수 있다.

상기 탄성 유닛은, 스프링 박스; 상기 스프링 박스의 상부에 연결되는 캡; 상기 스프링 박스의 내부에 마련되는 스프링; 상기 스프링의 양단과 접촉하도록 마련되고, 어느 하나는 상기 슬라이딩 핀에 의해서 상기 스프링 박스의 내주면을 따라 슬라이딩 하도록 마련되는 피스톤; 및 상기 캡의 상면에 돌출 형성되어 상기 가이드 프레임의 슬라이딩 슬롯에 삽입되는 적어도 2개의 가이드 핀;을 포함할 수 있다.

상기 가이드 핀 중 어느 하나는 상기 연결 크랭크의 일단에 회전 가능하게 연결되고, 상기 슬라이딩 핀은 상기 하면 프레임의 슬라이딩 슬롯을 통과하여 상기 피스톤과 접촉하도록 마련될 수 있다.

### 발명의 효과

본 발명에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼는 기존의 2-윙 플래퍼에서 발생하는 불안정성을 해결할 수 있다.

본 발명에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼는 소형 무인비행체의 부족한 요 모멘트를 보충함으로써 기동력을 원활하게 보완할 수 있다.

본 발명에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼는 탄성에너지를 저장해 다음 사이클에 이용할 수 있기 때문에 토크와 전력소비를 줄이는 등 에너지 효율을 높일 수 있다.

본 발명에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼는 좌우 날개 뿐만 아니라 전방 날개와 후방 날개에 대칭적으로 힘과 모멘트가 분포되기 때문에, 순간적인 항력과 피치 모멘트를 상쇄시킬 수 있어 안정적인 제어가 가능하다.

### 도면의 간단한 설명

도 1 및 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼를 도시한 사시도이다.

도 3은 도 1에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼를 도시한 평면도이다.

도 4는 도 1에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼를 도시한 저면도이다.

도 5는 도 1에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼를 도시한 측면도이다.

도 6은 도 1에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼의 내부를 도시한 평면도로서 하면 프레임에 형성된 작동 구조물을 도시한 도면이다.

도 7은 도 6의 사시도이다.

도 8은 도 1에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼의 플래핑 각도 범위를 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 도 6에 따른 하면 프레임의 후면을 도시한 도면이다.

도 10은 도 9의 사시도이다.

도 11 내지 도 14는 도 1에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼에서 요 모멘트를 제어하는 과정을 설명

하기 위한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 동일하거나 유사한 구성요소에 는 동일, 유사한 도면 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련 된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범 위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소 들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 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 이해되 어야 한다.

도면들은 개략적이고 축적에 맞게 도시되지 않았다는 것을 일러둔다. 도면에 있는 부분들의 상대적인 치수 및 비율은 도면에서의 명확성 및 편의를 위해 그 크기에 있어 과장되거나 감소되어 도시되었으며 임의의 치수는 단 지 예시적인 것이지 한정적인 것은 아니다. 그리고 둘 이상의 도면에 나타나는 동일한 구조물, 요소 또는 부품 에는 동일한 참조 부호가 유사한 특징을 나타내기 위해 사용된다.

본 발명의 실시예는 본 발명의 이상적인 실시예들을 구체적으로 나타낸다. 그 결과, 도면의 다양한 변형이 예상 된다. 따라서 실시예는 도시한 영역의 특정 형태에 국한되지 않으며, 예를 들면 제조에 의한 형태의 변형도 포 함한다.

도 1 및 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼를 도시한 사시도, 도 3은 도 1에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼를 도시한 평면도, 도 4는 도 1에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼를 도시한 저면도, 도 5는 도 1에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼를 도시한 측면도, 도 6은 도 1에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼의 내부부를 도시한 평면도로서 하면 프레임에 형성된 작동 구조물을 도시한 도면, 도 7은 도 6의 사시도, 도 8은 도 1에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼의 플 래핑 각도 범위를 설명하기 위한 도면, 도 9는 도 6에 따른 하면 프레임의 후면을 도시한 도면, 도 10은 도 9의 사시도, 도 11 내지 도 14는 도 1에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼에서 요 모멘트를 제어하는 과정 을 설명하기 위한 도면이다.

\*이하에서 설명하는 본 발명의 일 실시예에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼(100, 이하 "쿼드 플래퍼"라고 함)는, 새 또는 곤충의 날개짓을 모방한 오니슈터(ornithopter)의 하나로서, 곤충(벌레)의 날개짓 에 모티베이션(Motivation)을 받았으며 벌레의 날개짓과 유사하게 작동하는 날개를 가지는 소형 무인비행체 또 는 드론(drone)의 한 형태이다. 따라서, 이하에서 "쿼드 플래퍼(100)"는 소형 무인비행체 또는 드론 등을 포함 하는 개념이다.

본 발명의 일 실시예에 따른 쿼드 플래퍼는 그 자체가 소형 무인비행체 또는 드론으로서 다양한 임무를 수행할 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 소형 무인비행체 또는 드론에 부착되어 기존 소형 무인비행체 또는 드론에 부족한 요 모멘트를 보충해 줌으로써 소형 무인비행체 또는 드론의 부족한 기동을 원활하게 보완해 줄 수도 있다.

도 1 내지 도 5에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 쿼드 플래퍼(100)는 소형 무인비행체로서, 몸체 및 상기 몸체에 연결된 2쌍의 날개 즉, 4개의 날개(101a, 101b, 102a, 102b)를 포함할 수 있다. 이와 같이, 본 발명의 일



실시예에 따른 쿼드 플래퍼(100)는 4개의 날개를 플래핑(flapping) 함으로써 비행을 하게 되는 소형 무인비행체이다. 이와 같이, 2쌍 즉, 4개의 날개를 구비하고 있기 때문에 쿼드 플래퍼라고 불릴 수 있다.

도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 쿼드 플래퍼(100)는 상기 몸체에 4개의 날개 뿐만 아니라 4개의 날개를 플래핑시키는 제1 구동부(111) 및 제2 구동부(112)가 마련될 수 있다.

제1 구동부(111)는 상기 몸체의 위쪽에 마련되고 제2 구동부(112)는 상기 몸체의 아래쪽에 마련될 수 있다. 이때, 제1 구동부(111) 및 제2 구동부(112)는 각각 2개의 서보모터(111a, 111b, 112a, 112b)로 마련될 수 있다. 여기서, 제1 구동부(111)는 제2 구동부(112)는 상기 몸체에 대해서 서로 동일한 위치에 마련되는 것이 바람직하다. 즉, 도 1에서 제1 구동부(111)와 제2 구동부(112)는 각각 동일한 수직선 상에 위치한다.

도 1을 참조하면, 2개의 서보모터(111a, 111b)의 중심을 지나는 가상의 선을 기준으로 또는 2개의 서보모터(112a, 112b)의 중심을 지나는 가상의 선을 기준으로 양측에 위치하는 2개의 날개끼리 한 쌍으로 작동하게 된다. 즉, 가상의 선 우측에 위치하는 한 쌍의 날개(101a, 101b)가 동일한 속도 및 반대 방향으로 동시에 플래핑 하게 되고, 가상의 선 좌측에 위치하는 한 쌍의 날개(102a, 102b)가 동일한 속도 및 반대 방향으로 동시에 플래핑 하게 된다.

제1 구동부(111)는 상면 프레임(120)에 설치되고 제2 구동부(112)는 하면 프레임(140)에 설치될 수 있다. 쿼드 플래퍼(100)의 몸체는 서로 이격 배치된 2개의 관상 부재 즉, 상면 프레임(120) 및 하면 프레임(140)을 포함할 수 있다. 상면 프레임(120)의 외면에 제1 구동부(111)가 마련되고, 하면 프레임(140)의 후면에 제2 구동부(112)가 마련되며, 상면 프레임(120)과 하면 프레임(140) 사이에 2쌍의 날개(101a, 101b, 102a, 102b)가 배치되는 형태를 가진다.

제1 구동부(111)는 상면 프레임(120)의 중심을 지나는 수직선 상에 배치되고, 제2 구동부(112)는 하면 프레임(140)의 중심을 지나는 수직선 상에 배치된다.

한편, 제1 구동부(111) 및 제2 구동부(112)와 2쌍의 날개(101a, 101b, 102a, 102b)는 직접 연결되지 않는다. 도 1을 참조하면 제1 구동부(111) 및 제2 구동부(112)의 위치와 2쌍의 날개 끝단의 위치는 떨어져 있음을 알 수 있다. 따라서, 제1 구동부(111) 및 제2 구동부(112)의 구동력 내지 회전력을 2쌍의 날개에 전달하기 위해서 제1 기어부(130) 및 제2 기어부(150)가 마련될 수 있다.

도 2 및 도 5를 참조하면, 상면 프레임(120)의 내면에 제1 기어부(130)가 위치하고, 하면 프레임(140)의 내면에 제2 기어부(150)가 위치함을 알 수 있다. 제1 기어부(130)는 제1 구동부(111)의 구동력 또는 회전력을 전달받아 한 쌍의 날개를 플래핑 시키고, 제2 기어부(150)는 제2 구동부(112)의 구동력 또는 회전력을 전달받아 다른 한 쌍의 날개를 플래핑 시킬 수 있다.

이와 같이, 도 1 내지 도 5에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 요 모멘트 제어가 가능한 쿼드 플래퍼(100)는, 상면 프레임(120); 상기 상면 프레임(120)과 마주 보도록 하측에 마련되는 하면 프레임(140); 상기 상면 프레임(120)과 상기 하면 프레임(140) 사이에 형성되되 상기 상면 프레임(120)에 근접하게 마련되는 제1 기어부(130); 상기 상면 프레임(120)과 상기 하면 프레임(140) 사이에 형성되되 상기 하면 프레임(140)에 근접하게 마련되는 제2 기어부(150); 상기 상면 프레임(120)에 마련되어 상기 제1 기어부(130)를 구동시키는 제1 구동부(111); 상기 하면 프레임(140)에 마련되어 상기 제2 기어부(150)를 구동시키는 제2 구동부(112); 상기 제1 기어부(130) 및 상기 제2 기어부(150)에 각각 1쌍이 연결되어 플래핑 구동되는 2쌍의 날개(101a, 101b, 102a, 102b); 및 상기 하면 프레임(140)에 마련되어 상기 2쌍의 날개(101a, 101, 102a, 102b)의 플래핑 구동에 의해 압축되거나 압축이 해제되는 스프링을 포함하는 탄성 유닛(170);을 포함할 수 있다.

탄성 유닛(170)은 가이드 프레임(160)에 장착된 상태로 하면 프레임(140)의 외면 즉, 제2 구동부(112)와 동일한 일측에 배치될 수 있다. 탄성 유닛(170)에 대해서는 후술하도록 한다.

여기서, 2쌍의 날개(101a, 101d, 102a, 102b)는 각각 1쌍씩 제1 기어부(130) 및 제2 기어부(150)와 링크 또는 크랭크 부재로 연결됨으로써 제1 구동부(111) 및 제2 구동부(112)의 구동력 내지 회전력을 전달 받을 수 있다.

2쌍의 날개(101a, 101b, 102a, 102b)는 그 하단이 왕 프레임(101c, 101d, 102c, 102d)에 끼워지거나 연결될 수 있다. 왕 프레임(101c, 101d, 102c, 102d)의 일단은 후술하는 출력 크랭크(103)에 연결될 수 있다. 왕 프레임(101c, 101d, 102c, 102d)은 출력 크랭크(103)에 연결됨으로써 왕 프레임(101c, 101d, 102c, 102d)은 출력 크랭크(103)와 동일하게 일체로 움직이게 된다.

본 발명의 일 실시예에 따른 쿼드 플래퍼(100)에서 상면 프레임(120)은 위쪽에 위치하고 하면 프레임(140)은 상

면 프레임(120)의 아래쪽에 위치하는데, 반드시 위치가 이와 같이 고정된 것은 아니다, 반대로 하면 프레임(140)이 위쪽에 위치하고 상면 프레임(120)이 아래쪽에 위치할 수도 있다. 이와 같이, 상면 프레임(120)과 하면 프레임(140)은 상호 간에 호환 가능하도록 마련될 수 있다.

도 3을 참조하면, 상면 프레임(120)에는 슬라이딩 슬롯(121a, 121b, 122a, 122b)이 관통 형성될 수 있다. 2개의 서보모터(111a, 111b)의 중심을 지나는 가상의 선에 대해서 위쪽에 위치하는 2개의 슬라이딩 슬롯(121a, 121b)은 한 쌍의 날개(101a, 101b)의 플래핑에 관여하고, 가상의 선의 아래쪽에 위치하는 2개의 슬라이딩 슬롯(122a, 122b)은 다른 한 쌍의 날개(102a, 102b)의 플래핑에 관여할 수 있다.

상면 프레임(120)에 관통 형성된 4개의 슬라이딩 슬롯(121a, 121b, 122a, 122b)은 가상의 선에 대해서 대칭이 되도록 형성되며, 가상의 선에 수직인 가상의 선에 대해서도 대칭이 되도록 형성되는 것이 바람직하다. 4개의 슬라이딩 슬롯(121a, 121b, 122a, 122b)은 대략 평행사변형 또는 마름모 형태로 배치되는 것이 바람직하다.

도 4를 참조하면, 하면 프레임(140)에 형성된 슬라이딩 슬롯과 가이드 프레임(160)에 형성된 슬라이딩 슬롯(161a, 161b, 162a, 162b)도 상면 프레임(120)에 형성된 슬라이딩 슬롯(121a, 121b, 122a, 122b)과 동일한 형태로 배치되거나 형성될 수 있다.

도 3에 있어서, 제1 구동부(111)의 중심을 지나는 가상의 선을 기준으로 위쪽에 위치하는 한 쌍의 날개(101a, 101b)가 동일하게 플래핑 하게 되는데, 한 쌍의 날개(101a, 101b)가 서로 가까워지도록 움직이거나 서로 멀어지도록 움직이게 된다. 마찬가지로 가상의 선의 아래쪽에 위치하는 한 쌍의 날개(102a, 102b)도 서로 가까워지도록 움직이거나 서로 멀어지도록 움직이면서 플래핑 하게 된다.

도 5를 참조하면, 상면 프레임(120)의 아래쪽에 하면 프레임(140)이 위치하고, 상면 프레임(120)과 하면 프레임(140) 사이에 형성되어 있는 제1 기어부(130) 및 제2 기어부(150)에 링 프레임(101c, 101d, 102c, 102d)이 연결되는 출력 크랭크(103)가 연결된다. 여기서, 출력 크랭크(103)는 상면 프레임(120)과 하면 프레임(140)의 정 가운데에 위치하는 것이 아니라 하면 프레임(140) 쪽에 조금 치우친 상태로 위치하는 것이 바람직하다.

하면 프레임(140)의 아래에는 가이드 프레임(160)이 위치하고 하면 프레임(140)과 가이드 프레임(160) 사이에 탄성 유닛(170)이 위치하게 된다.

상면 프레임(120)과 하면 프레임(140)은 제1 연결핀(129)에 의해서 서로 연결될 수 있고, 하면 프레임(140)과 가이드 프레임(160)은 제2 연결핀(149)에 의해서 서로 연결될 수 있다. 제1 연결핀(129) 또는 제2 연결핀(149)의 길이만큼 간격이 형성될 수 있다.

이하에서는 도면을 참조하여 제1 구동부(111) 또는 제2 구동부(112)와 연결되는 기어부(130, 150)의 구성에 대해서 설명한다.

도 6 및 도 7에는 하면 프레임(140)의 내면 쪽에 형성되어 있는 제2 기어부(150)가 도시되어 있다. 참고로, 상면 프레임(120)의 내면 쪽에 형성되어 있는 제1 기어부(130)의 구성은 제2 기어부(150)의 구성과 동일하므로 반복적인 설명은 생략한다.

도 6을 참조하면, 하면 프레임(140)에는 4개의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b)이 관통 형성될 수 있다.

제2 기어부(150)는 제2 구동부(112)의 출력축(미도시)와 직접 연결되는 구동 기어(115, 116), 2개의 구동 기어(115, 116) 사이에 배치되어 구동 기어(115, 116)와 맞물리는 제1 중간기어(156), 제1 중간기어(156)의 상면에 배치되어 제2 중간기어(156)와 동일하게 회전하는 제2 중간기어(155), 제2 중간기어(155)와 맞물리도록 양측에 배치되는 제3 중간기어(154), 제3 중간기어(154)의 일측에 배치되어 제3 중간기어(154)의 하면에 형성된 기어와 맞물리는 제4 중간기어(153b)를 포함할 수 있다. 제4 중간기어(153b)의 상면에는 제4 중간기어(153b)와 동일하게 회전하는 제5 중간기어(153a)가 마련될 수 있다. 제5 중간기어(153a)와 맞물리는 출력 기어(151)가 제5 중간기어(153a)의 일측에 마련될 수 있다.

도 6에 도시된 바와 같이, 하면 프레임(140)의 일면에 마련되는 제2 기어부(150)는 제2 구동부(112)에 의해 회전하는 구동 기어(115, 116); 상기 구동 기어(115, 116)의 회전 중심을 연결하는 직선의 양측에 위치하고, 상기 구동 기어(115, 116)와 직간접적으로 맞물려서 제2 구동부(112)의 구동력을 전달받아 회전하는 출력 기어(151); 를 포함할 수 있다.

여기서, 2개의 구동 기어(115, 116), 1개의 제1 중간기어(156), 1개의 제2 중간기어(155)를 제외하고, 나머지 제3 내지 제5 중간기어(154, 153b, 153a)와 출력 기어(151)는 구동 기어(115, 116)의 회전 중심을 연결하는 가상의

선 양측에 대칭적으로 각각 1개씩 형성될 수 있다.

제2 기어부(150) 중에서 2쌍의 날개(101a, 101b, 102a, 102b)를 움직이게 하는 즉, 플래핑 시키는 기어는 출력 기어(151)이다.

도 6에 도시된 바와 같이, 출력 기어(151)는 구동 기어(115, 116)에서 가장 멀리 배치되어 있고, 출력 기어(151)가 출력 크랭크(103)와 직접 연결되는 것이 아니라 별도의 링크부재(152a, 152b)를 매개로 출력 크랭크(103)와 연결될 수 있다.

상기 제2 기어부(150)는 출력 기어(151)에 일단이 회전 가능하게 연결되는 연결링크(152b) 및 상기 연결링크(152b)의 타단에 일단이 회전 가능하게 연결되는 기어 크랭크(152a)를 포함할 수 있다. 상기 기어 크랭크(152a)의 타단은 출력 크랭크(103)에 회전 가능하게 연결될 수 있다.

도 6을 참조하면, 양측의 출력 기어(151)에는 각각 2개의 기어 크랭크(152a)와 2개의 연결링크(152b)가 연결된 것으로 도시되어 있는데, 기어 크랭크(152a)와 연결링크(152b) 중 하나는 상면 프레임(120)에 인접하게 마련되는 제1 기어부(130)의 출력 기어(미도시)에 연결되는 것이다. 즉, 도 6에서, 위쪽에 위치하는 기어 크랭크(152a)와 연결링크(152b)는 상면 프레임(120)에 인접하게 마련되는 제1 기어부(130)의 출력 기어에 연결된다.

도 6에서, 구동 기어(115, 116)의 중심을 지나는 가상의 선을 기준으로 우측 상부에 위치하는 출력 크랭크(103)는 우측 출력 기어(151)의 상면에 직접 접촉하는 연결링크(152b) 및 이 연결링크(152b)에 직접 연결된 기어 크랭크(152a)에 연결되고, 가상의 선을 기준으로 우측 하부에 위치하는 출력 크랭크(103)는 상대적으로 위쪽에 위치하는 연결링크(152b) 및 기어 크랭크(152a)에 연결된다. 즉, 우측 하부에 위치하는 출력 크랭크(103)는 도시되지 않은 상면 프레임(120)에 인접하게 마련되는 출력 기어에 의해서 움직이게 된다.

비슷하게, 구동 기어(115, 116)의 중심을 지나는 가상의 선을 기준으로 좌측 하부에 위치하는 출력 크랭크(103)는 우측 출력 기어(151)의 상면에 직접 접촉하는 연결링크(152b) 및 이 연결링크(152b)에 직접 연결된 기어 크랭크(152a)에 연결되고, 가상의 선을 기준으로 좌측 상부에 위치하는 출력 크랭크(103)는 상대적으로 위쪽에 위치하는 연결링크(152b) 및 기어 크랭크(152a)에 연결된다. 즉, 좌측 상부에 위치하는 출력 크랭크(103)는 도시되지 않은 상면 프레임(120)에 인접하게 마련되는 출력 기어에 의해서 움직이게 된다.

이와 같이, 상면 프레임(120)에 인접하게 마련되는 상기 출력 기어, 상기 연결링크 및 상기 기어 크랭크에 의해서 회전되는 상기 출력 크랭크는 하면 프레임(140)에 인접하게 마련되는 상기 출력 기어, 상기 연결링크 및 상기 기어 크랭크에 의해서 회전되는 상기 출력 크랭크와 다르게 마련될 수 있다. 즉, 상면 프레임(120)에 인접하게 마련된 출력 기어에 의해 회전되는 출력 크랭크는 하면 프레임(140)에 인접하게 마련된 출력 기어에 의해서 회전되는 출력 크랭크와 다르다.

한편, 도 6 및 도 7을 참조하면, 상기 출력 크랭크(103)는 상면 프레임(120) 또는 하면 프레임(140)에 연결되는 회전 중심(103a), 회전 중심(103a)의 일측에 형성된 슬라이딩 슬롯(103b) 및 회전 중심(103a)의 타측에 형성되어 날개(101a, 101b, 102a, 102b)가 연결되는 왕 슬롯(103c)을 포함할 수 있다.

출력 크랭크(103)의 회전 중심(103a)은 상면 프레임(120) 또는 하면 프레임(140)에 회전 가능하게 연결되고, 슬라이딩 슬롯(103b)은 회전 중심(103a)을 기준으로 출력 기어(151) 측에 형성되고 왕 슬롯(103c)은 출력 기어(151)의 반대쪽에 형성될 수 있다.

슬라이딩 슬롯(103b)은 개구된 부분이 없지만, 왕 슬롯(103c)은 일단이 개구되어 있다. 왕 슬롯(103c)에는 날개(101a, 101b, 102a, 102b)의 하단을 지지하는 왕 프레임(101c, 101d, 102c, 102d)이 삽입 또는 체결되는데, 왕 프레임(101c, 101d, 102c, 102d)이 왕 슬롯(103c)에 쉽게 체결 또는 분리되도록 왕 슬롯(103c)의 일단은 개구되어 있다.

상기 기어 크랭크(152a)의 타단에는 출력 기어(151)가 회전함에 따라 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b)을 따라 움직이는 슬라이딩 핀(178)이 삽입되되, 슬라이딩 핀(178)은 출력 크랭크(103)의 슬라이딩 슬롯(103b) 및 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b)에도 삽입될 수 있다.

기어 크랭크(152a)의 타단이 출력 크랭크(103)와 연결됨으로써 출력 기어(151)의 회전력이 출력 크랭크(103)에 전달될 수 있는데, 기어 크랭크(152a)와 출력 크랭크(103)는 서로 고정된 상태로 연결되는 것이 아니라 슬라이딩 핀(178)을 매개로 서로 연결된다. 이때, 슬라이딩 핀(178)이 기어 크랭크(152a)의 타단, 출력 크랭크(103)의 슬라이딩 슬롯(103b) 및 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b)을 순차적으로 모두 통과하도록 마련됨으로써 출력 기어(151)의 회전력 내지 구동력이 기어 크랭크(152a)를 통해서 출력 크랭크(103)에 전달

될 수 있고 그 결과 출력 크랭크(103)가 일정한 각도 범위 내에서 왕복운동하는 플레핑 동작을 하게 된다.

상기 출력 기어(151)가 회전함에 따라 기어 크랭크(152a)의 타단은 슬라이딩 핀(178)과 함께 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b)을 따라 왕복 운동하게 된다. 슬라이딩 핀(178)이 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b)에 삽입되어 있기 때문에 출력 기어(151)의 회전에 의해 기어 크랭크(152a)가 움직이게 되면 슬라이딩 핀(178)은 기어 크랭크(152a)의 타단과 함께 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b)을 따라 왕복 운동하게 된다.

또한, 슬라이딩 핀(178)은 출력 크랭크(103)의 슬라이딩 슬롯(103b)에도 삽입되어 있기 때문에 슬라이딩 핀(178)이 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b)을 따라 왕복 운동할 때 슬라이딩 핀(178)은 출력 크랭크(103)의 슬라이딩 슬롯(103b)을 따라서도 왕복 운동하게 된다.

이때, 출력 크랭크(103)는 회전 중심(103a)에 의해서 하면 프레임(140)에 연결되어 있고 출력 크랭크(103)의 슬라이딩 슬롯(103b) 길이가 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b) 길이 보다 짧기 때문에 슬라이딩 핀(178)이 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b)을 따라 왕복 운동하는 동안 출력 크랭크(103)는 일정한 각도 범위 내를 왕복하는 플레핑 동작을 하게 된다.

이와 같이, 슬라이딩 핀(178)이 출력 크랭크(103)의 슬라이딩 슬롯(103b)에 삽입된 상태로 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b)을 따라 왕복 운동함에 따라 출력 크랭크(103)의 왕 슬롯(103c)은 회전 중심(103a)을 기준으로 일정 각도 범위 내에서 회전 왕복 운동할 수 있다. 따라서, 왕 슬롯(103c)에 연결된 날개(101a, 101b, 102a, 102b)도 일정 각도 범위 내를 왕복하는 플레핑 동작을 하게 된다.

한편, 상면 프레임(120)에 인접하게 마련되는 제1 기어부(130)의 출력 기어에 의해서 회전되는 출력 크랭크(103)와 하면 프레임(140)에 인접하게 마련되는 제2 기어부(150)의 출력 기어(151)에 의해서 회전되는 출력 크랭크(103)는 동일한 속도로 서로 반대 방향을 따라 회전 왕복 운동할 수 있다.

도 6을 참조하면, 상부에 위치하는 출력 크랭크(103)는 하부에 위치하는 출력 크랭크(103)와 서로 반대 방향을 따라 회전 왕복 운동하되 동일한 속도로 회전하게 된다. 예를 들면, 우측 상부에 있는 출력 크랭크(103)가 일정한 속도로 시계방향을 따라 회전 운동하게 되면 우측 하부에 있는 출력 크랭크(103)는 동일한 속도로 반시계방향을 따라 회전 운동하게 된다.

한편, 도 6에서, 상부에 위치하는 2개의 출력 크랭크(103)는 서로 동일한 속도도 반대 방향을 따라 회전 왕복 운동하고, 하부에 위치하는 2개의 출력 크랭크(103)도 서로 동일한 속도도 반대 방향을 따라 회전 왕복 운동하게 된다.

도 8에는 각 날개 또는 출력 크랭크(103)의 펄러이는 각도 즉, 플레핑 각도(flapping angle) 범위가 도시되어 있다. 도 8에는 상면 프레임(120)의 제1 기어부(130)와 연결되는 기어 크랭크 및 연결링크는 도시되어 있지 않고, 하면 프레임(140)의 제2 기어부(150)와 연결되는 연결링크(152b) 및 기어 크랭크(152a)만 도시되어 있다.

도 8을 참조하면, 날개 또는 출력 크랭크(103)의 플레핑 각도는 왕 슬롯(103c)의 가운데 부분과 슬라이딩 핀(178)의 중심( $O_1$ ), 출력 크랭크(103)의 회전 중심(103a,  $O_2$ )을 연결한 직선과, 출력 크랭크(103)의 회전 중심(103a)과 제2 중간기어(155)의 회전 중심( $O$ )을 연결한 직선 사이의 각도로 정의된다.

도 8(a)에서와 같이, 슬라이딩 핀(178)이 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b)의 가장 낮은 위치 쪽으로 이동하게 되면 출력 크랭크(103)의 왕 슬롯(103b)은 가장 낮은 위치(Clockwise stroke)에 있게 되는데, 이 상태에서 날개는 각도가  $-47.5^\circ$  인 위치로 아래쪽으로 회전하게 된다.

도 8(b)에서와 같이, 슬라이딩 핀(178)이 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b)의 가장 높은 위치 쪽으로 이동하게 되면 출력 크랭크(103)의 왕 슬롯(103b)은 가장 높은 위치(Counterclockwise stroke)에 있게 되는데, 이 상태에서 날개는 각도가  $47.5^\circ$  인 위치로 위쪽으로 회전한다.

도 8에 도시된 바와 같이, 출력 기어(151)가 회전함에 따라 날개(101a, 101b, 102a, 102b)는  $-47.5^\circ$  (Clockwise stroke) ~  $47.5^\circ$  (Counterclockwise stroke) 각도 범위 내를 왕복하면서 플레핑 하게 된다.

한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 쿼드 플레퍼(100)는 요 제어(yaw control)를 위한 스프링 시스템을 포함할 수 있다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 쿼드 플레퍼(100)는 하면 프레임(140) 및 하면 프레임(140)과 마주 보도록 배치된 가이드 프레임(160) 사이에 위치하도록 마련된 탄성 유닛(170)을 이용하여 요 제어를 수행할 수 있다.

도 9 내지 도 12를 참조하면, 요 제어를 위한 스프링 시스템인 탄성 유닛(170)은 하면 프레임(140) 뒤에 장착될 수 있다. 탄성 유닛(170)은 하면 프레임(140)에 형성된 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b) 및 가이드 프레임(160)에 형성된 슬라이딩 슬롯(161a, 161b, 162a, 162b)을 따라 움직이도록 하면 프레임(140)과 가이드 프레임(160) 사이에 4개가 마련될 수 있다. 4개의 탄성 유닛(170)은 각각 하나의 출력 크랭크(103)와 연계하여 작동할 수 있다.

도 9를 참조하면, 4개의 탄성 유닛(170)은 하면 프레임(140)의 후방에 위치하되 가이드 프레임(160)을 따라 슬라이딩 할 수 있도록 마련된다. 가이드 프레임(160)은 탄성 유닛(170)이 설치될 간격이 마련되도록 하면 프레임(140)의 후방에서부터 이격 배치된다.

가이드 프레임(160)은 4개의 슬라이딩 슬롯(161a, 161b, 162a, 162b)이 형성된 제1 부재(160b) 및 제1 부재(160b)에서 양방향으로 연장 형성되는 제2 부재(160a)를 포함할 수 있다. 제2 부재(160a)에는 하면 프레임(140)과 연결되는 제2 연결핀(149, 도 5 참조)이 체결될 수 있다. 제1 부재(160b)는 평행사변형 또는 마름모 형태를 가지며, 제2 부재(160a)는 제1 부재(160b)의 4개 꼭지점 중 서로 마주 보는 2개의 꼭지점에서 연장 형성될 수 있다.

여기서, 제1 부재(160b)에 형성된 슬라이딩 슬롯(161a, 161b, 162a, 162b)은 하면 프레임(140)에 형성된 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b)과 마주 보도록 형성되거나 쿼드 플래퍼(100)의 높이방향을 따라 동일한 수직선 상에 위치하도록 형성될 수 있다.

한편, 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b), 가이드 프레임(160)의 슬라이딩 슬롯(161a, 161b, 162a, 162b) 및 탄성 유닛(170)은 2쌍의 날개(101a, 101b, 102a, 102b)에 대응하도록 각각 4개가 마련되고, 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b) 및 가이드 프레임(160)의 슬라이딩 슬롯(161a, 161b, 162a, 162b)은 하면 프레임(140)의 중심을 지나는 수평선 및 수직선에 대해서 대칭이 되도록 형성될 수 있다.

도 11에는 가이드 프레임(160)을 제거한 상태가 도시되어 있고, 도 12에는 일부의 탄성 유닛(170)에서 캡을 제거한 상태가 도시되어 있다.

도 11 및 도 12를 참조하면, 탄성 유닛(170)은, 내부에 공간이 형성되어 있는 스프링 박스(171); 스프링 박스(171)의 상부에 연결되는 캡(172); 스프링 박스(171)의 내부에 마련되는 스프링(175); 스프링(175)의 양단과 접촉하도록 마련되고, 어느 하나는 슬라이딩 핀(178)에 의해서 스프링 박스(171)의 내주면을 따라 슬라이딩 하도록 마련되는 피스톤(174); 및 캡(173)의 상면(173)에 돌출 형성되어 가이드 프레임(160)의 슬라이딩 슬롯(161a, 161b, 162a, 162b)에 삽입되는 적어도 2개의 가이드 핀(179);을 포함할 수 있다.

여기서, 탄성 유닛(170)의 스프링 박스(171)는 내부에 스프링(175) 및 피스톤(174)이 마련되는하우징 역할을 하는 부재이다. 도 12에 도시된 탄성 유닛(170) 중 좌측 상부 및 우측 하부에 위치하는 탄성 유닛(170)은 캡(172)을 제거한 상태이기 때문에 스프링 박스(171)의 내부가 도시되어 있다. 스프링 박스(171)의 길이방향 양단에 각각 피스톤(174)이 위치하고 피스톤(174) 사이에 스프링(175)이 위치하게 된다. 스프링(175)은 압축 코일 스프링의 형태로 마련되는 것이 바람직하다.

스프링 박스(171) 내에서 스프링(175)의 양단이 피스톤(174)에 접촉 지지되기 때문에 2개의 피스톤(174) 중 적어도 어느 하나가 대향하는 피스톤(174)을 향해서 움직이게 되면 스프링(175)은 압축되면서 탄성 복원력을 가지게 된다.

도 11을 참조하면, 스프링(175)의 양단을 지지하는 2개의 피스톤(174) 중 출력 기어(151)에서부터 먼 쪽에 위치하는 피스톤(174)은 슬라이딩 핀(178)과 접촉한 상태로 마련될 수 있다. 따라서, 출력 기어(151)의 회전에 의해서 출력 크랭크(103)가 회전하게 되면 움직이는 슬라이딩 핀(178)에 의해서 피스톤(174)이 스프링 박스(171)를 따라 안쪽으로 움직이면서 스프링(175)이 압축될 수 있다.

따라서, 2쌍의 날개(101a, 101b, 102a, 102b)가 플래핑 구동함에 따라 탄성 유닛(170)의 스프링(175)이 압축되거나 압축이 해제될 수 있다. 즉, 슬라이딩 핀(178)과 접촉하는 피스톤(174)은 슬라이딩 핀(178)과 스프링(175)에 의해서 스프링 박스(171)의 내면을 따라 슬라이딩 운동을 하게 된다.

캡(172)은 스프링 박스(171)의 상부를 덮는 부재로서 탄성 유닛(170)이 가이드 프레임(160)의 슬라이딩 슬롯(161a, 161b, 162a, 162b)을 따라 움직일 수 있게 하는 부재이다. 이를 위해서, 캡(172)의 상면(173)에는 그 길이 방향을 따라 양단 쪽에 각각 1개의 가이드 핀(179)이 돌출 형성될 수 있다.

도 10 및 도 11에 도시된 바와 같이, 캡(172)에 형성되어 있는 2개의 가이드 핀(179)은 가이드 프레임(160)의 슬라이딩 슬롯(161a, 161b, 162a, 162b)에 삽입될 수 있다.

한편, 하면 프레임(140)의 후면에는, 하면 프레임(140)의 중심을 회전축(181)으로 하여 회전 가능하게 마련되는 컨트롤 입력기어(180); 컨트롤 입력기어(180)의 양단에 형성된 기어와 맞물리도록 마련되는 컨트롤 출력기어(182); 및 컨트롤 출력기어(182)와 탄성 유닛(170)을 연결하도록 마련되는 연결 크랭크(189);가 마련될 수 있다.

도 11 및 도 12를 참조하면, 컨트롤 입력기어(180)는 양측의 출력 기어(151)를 연결하듯이 하면 프레임(140)을 가로지르는 형태로 마련될 수 있다. 컨트롤 입력기어(180)의 양단에는 기어(미도시)가 형성될 수 있고, 컨트롤 입력기어(180)의 양단에 형성된 기어와 맞물리는 컨트롤 출력기어(182)가 마련될 수 있다. 컨트롤 출력기어(182)는 출력 기어(151)와 대응하는 위치에 마련될 수 있다.

컨트롤 출력기어(182)를 링크부재에 의해서 탄성 유닛(170)과 연결될 수 있다. 상기 링크부재는 컨트롤 출력기어(182)의 기어면에 마련되는 중간연결부재(183) 및 중간연결부재(183)의 양단에 각각 연결되는 연결 크랭크(189)를 포함할 수 있다.

2개의 연결 크랭크(189)가 중간연결부재(183)에 연결되는데, 2개의 연결 크랭크(189)의 일단은 탄성 유닛(170)에 연결될 수 있다. 즉, 캡(172)에 형성된 2개의 가이드 핀(179) 중 어느 하나는 연결 크랭크(189)의 일단에 회전 가능하게 연결되고, 상기한 바와 같이 슬라이딩 핀(178)은 하면 프레임(140)의 슬라이딩 슬롯(141a, 141b, 142a, 142b)을 통과하여 피스톤(174)과 접촉하도록 마련될 수 있다.

중간연결부재(183) 및 연결 크랭크(189)에 의해서 컨트롤 출력기어(182)와 탄성 유닛(170)이 연결되기 때문에 컨트롤 입력기어(180) 및 컨트롤 출력기어(182)의 회전에 의해서 탄성 유닛(170)의 위치 또는 상태가 변할 수 있다.

한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 퀴드 플래퍼(100)는, 컨트롤 입력기어(180)가 회전축(181)을 중심으로 시계 방향 또는 반시계방향으로 회전함에 따라 탄성 유닛(170)의 초기 위치가 변경된 상태에서 2쌍의 날개(101a, 101b, 102a, 102b)가 플래핑 구동을 하면 탄성 유닛(170)에 의해 요 모멘트(Yaw Moment)가 발생할 수 있다.

도 12 내지 도 14를 참조하여 탄성 유닛(170)에 의해서 요 모멘트를 제어하는 원리에 대해서 설명한다.

탄성 유닛(170)의 움직임을 제어하는 기어 시스템(180, 182)은 도 12에 도시되어 있다. 크랭크 및 슬라이더 메커니즘은 탄성 유닛(170)의 모션에 사용될 수 있다.

컨트롤 입력 기어(180)는 서보 모터의 신호에 따라 회전축(181)을 중심으로 회전할 수 있다. 컨트롤 입력기어(180)의 양측에 위치하는 컨트롤 출력기어(182)는 2개의 연결 크랭크(189)에 의해서 컨트롤 입력기어(180)와 연결될 수 있다. 각 연결 크랭크(189)의 한쪽 끝은 탄성 유닛(170)의 가이드 핀(179)에 연결될 수 있다. 이 상태에서, 컨트롤 출력기어(180)가 회전하면 탄성 유닛(170)은 가이드 프레임(160)의 슬라이딩 슬롯(161a, 161b, 162a, 162b)을 따라 슬라이딩하게 된다.

도 12는 컨트롤 입력기어(180)가 중립 위치에 있는 제어 메커니즘을 보여준다. 이 위치에서 날개의 플래핑 중 하프 스트로크(half stroke)가 끝나더라도(즉, 2개의 상부 날개의 상승과 2개의 하부 날개의 하강) 출력 크랭크(103)의 슬라이딩 핀(178)은 스프링(175)을 압축 변형시키지 않고 4개의 스프링 박스(171)의 피스톤(174)에만 닿아 있는 상태를 유지하게 된다. 따라서, 출력 크랭크(103)에는 스프링(175)의 탄성력(탄성 복원력)이 작용하지 않는다.

여기서, 4개의 출력 크랭크(103)는 대칭으로 위치하기 때문에 시계방향 스트로크(clockwise stroke)와 반시계방향 스트로크(counterclockwise stroke)의 날개 플래핑으로 생성된 모멘트가 서로 상쇄되어 플래핑 주기(flapping circle)에 걸쳐 0 모멘트가 생성된다. 따라서, 도 12의 경우 퀴드 플래퍼(100)는 평형이 된다.

도 13은 요 레프트 포지션(yaw-left position) 제어 메커니즘을 보여준다. 퀴드 플래퍼(100)의 하면 프레임(140)의 중심으로 지나는 수평선에 대해 컨트롤 입력기어(180)가 회전하는 각도를  $\beta$ 로 정의한다.

$\beta > 0$  일 때, 즉 컨트롤 입력기어(180)가 수평선에 대해서 시계 방향으로 회전할 때 우측 상부 및 하부의 탄성 유닛(170)은 가이드 프레임(160)의 슬라이딩 슬롯을 따라 위쪽으로, 좌측 상부 및 하부의 탄성 유닛(170)은 가이드 프레임(160)의 슬라이딩 슬롯을 따라 아래쪽으로 슬라이딩하게 된다. 이때, 우측 상부 및 좌측 하부의 탄



161a, 161b, 162a, 162b: 슬라이딩 슬롯

170: 탄성 유닛

171: 슬라이딩 박스

174: 피스톤

175: 스프링

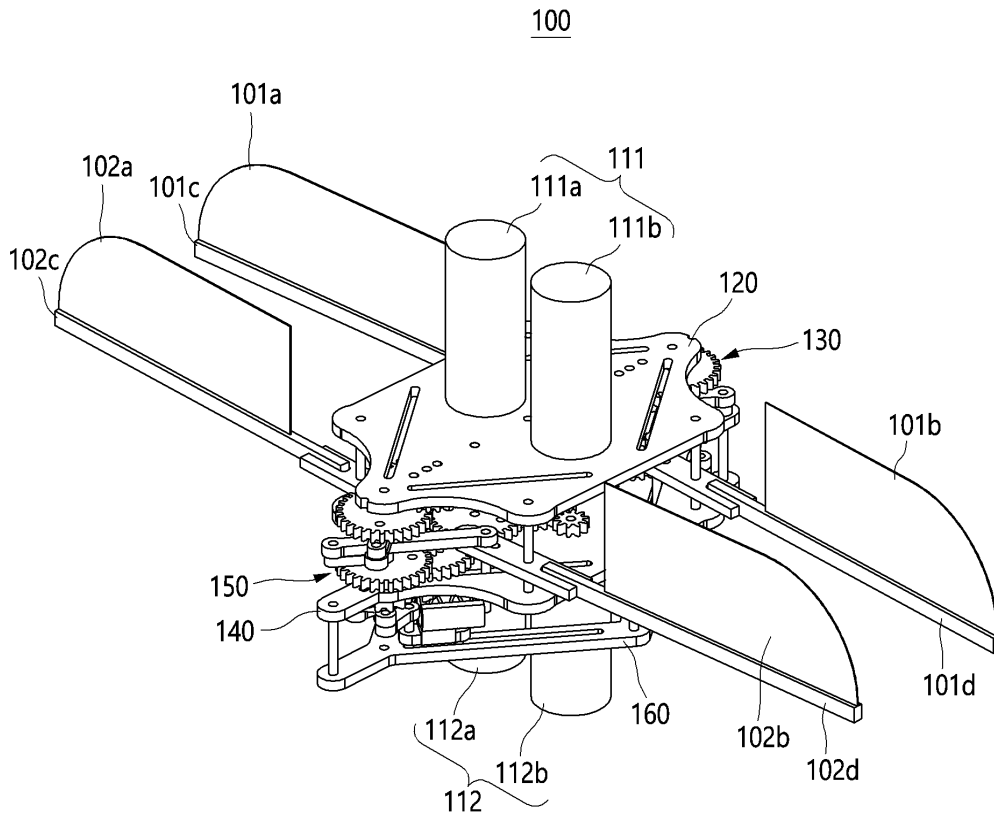
178: 슬라이딩 핀

180: 컨트롤 입력기어

182: 컨트롤 출력기어

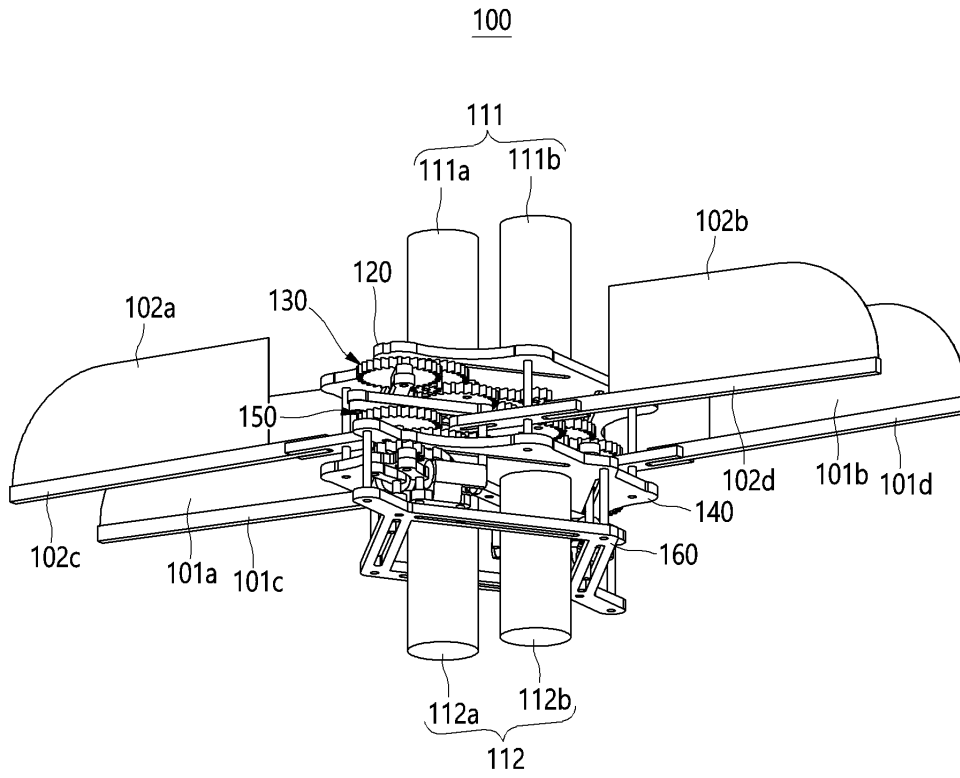
도면

도면1

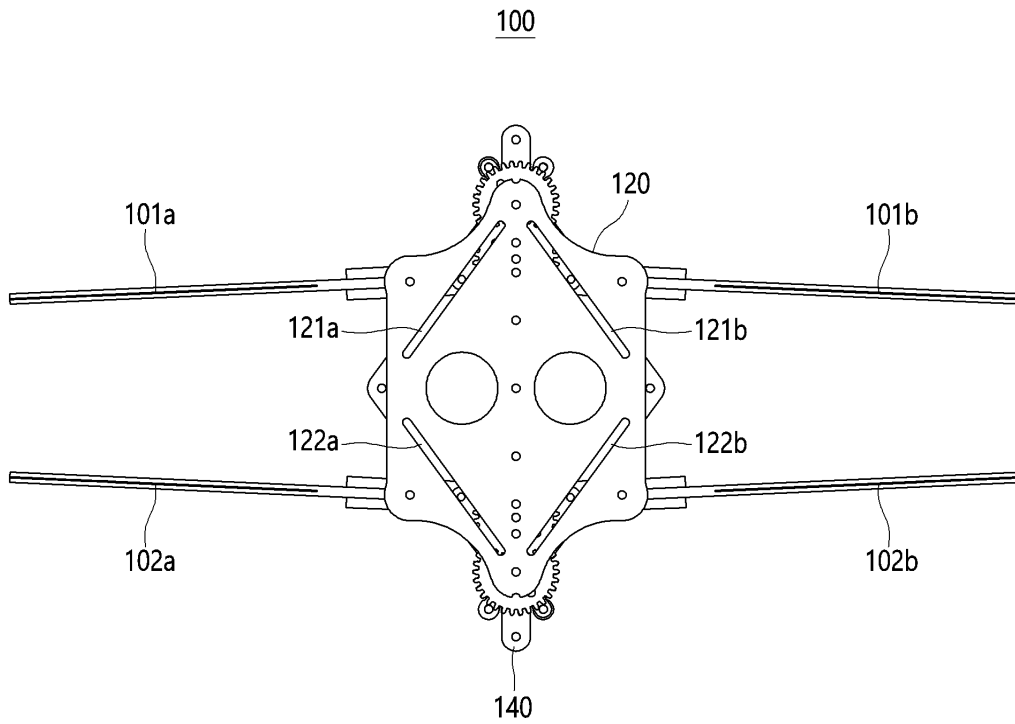




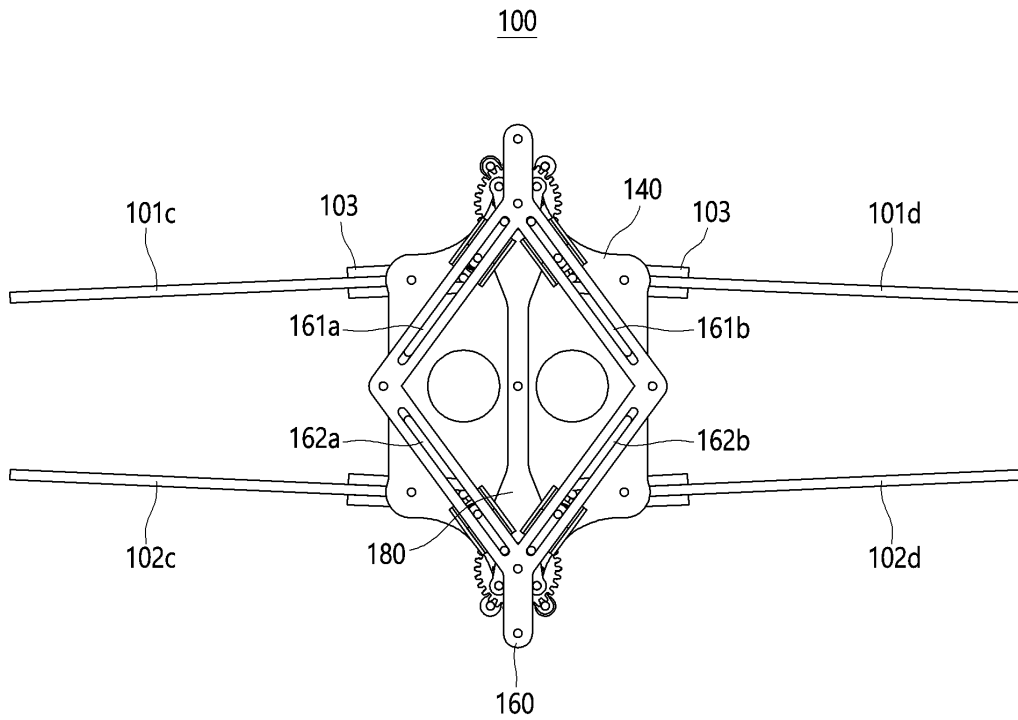
도면2



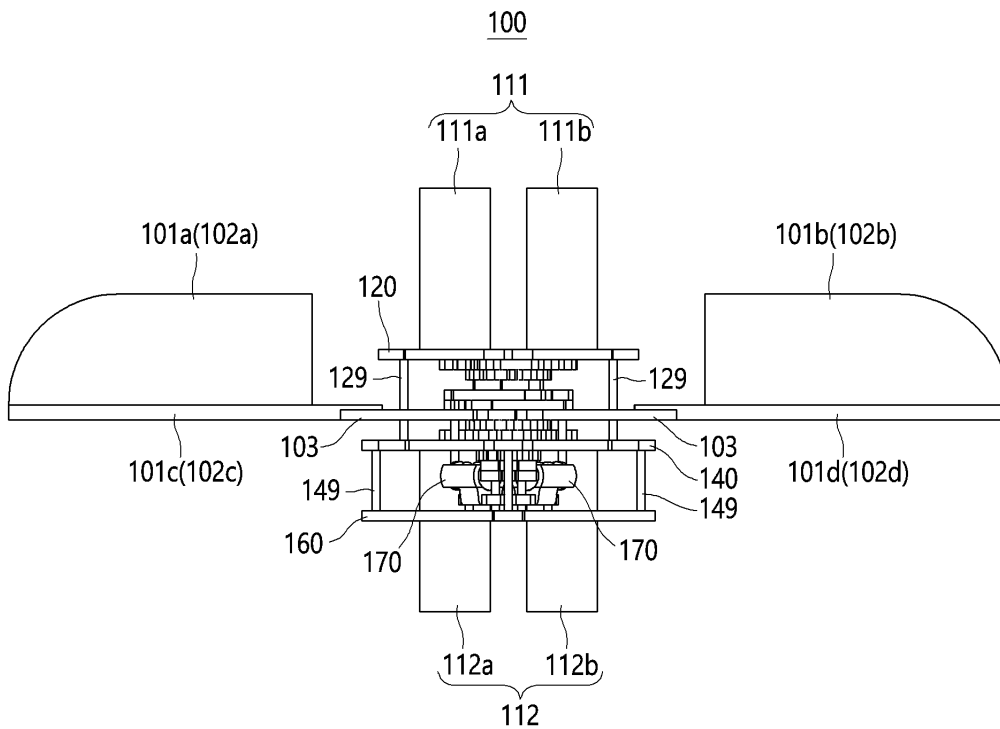
도면3



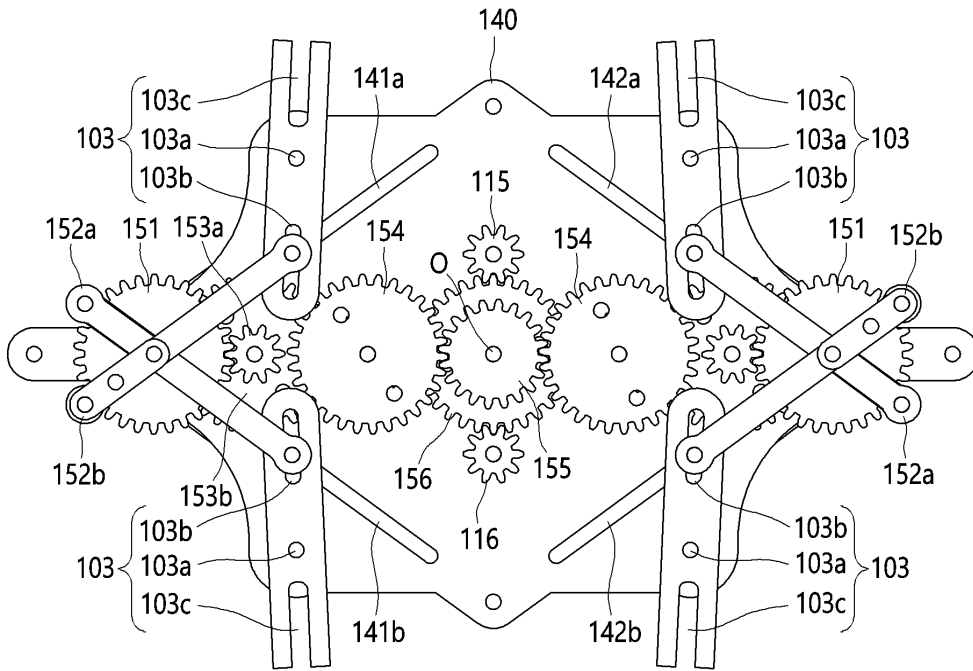
도면4



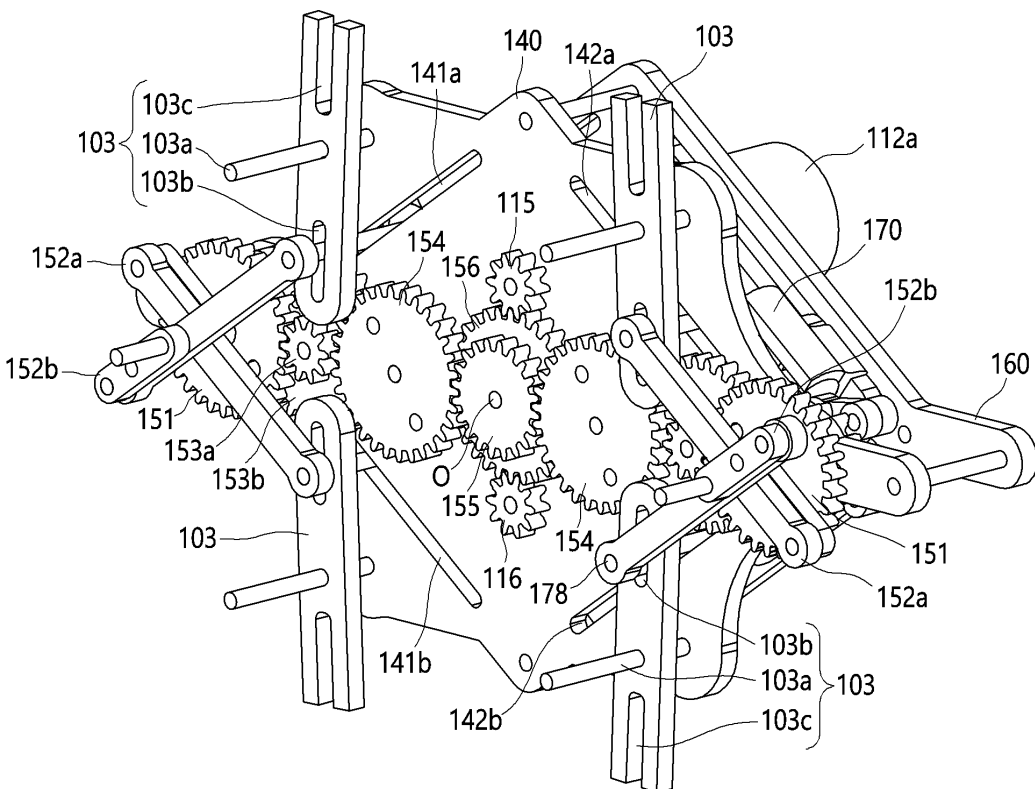
도면5



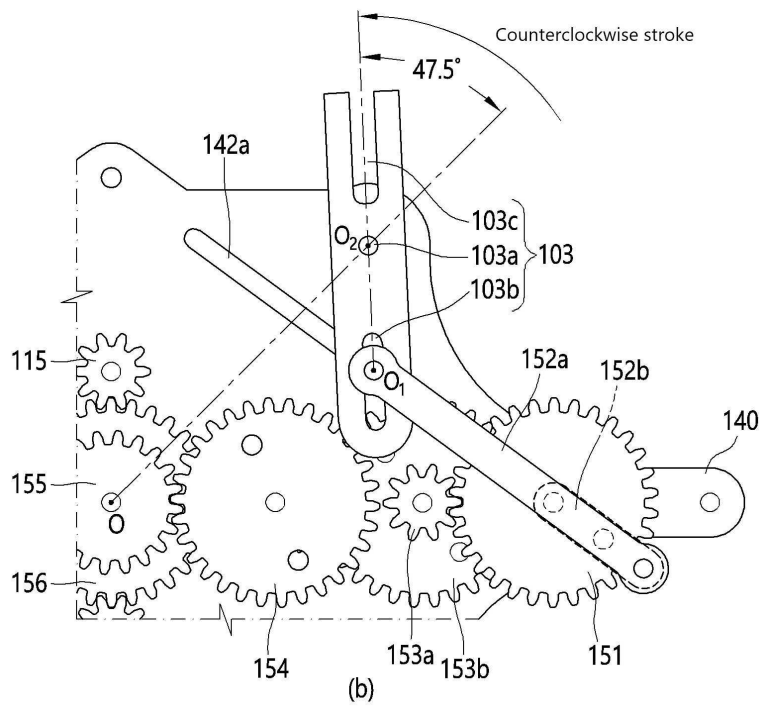
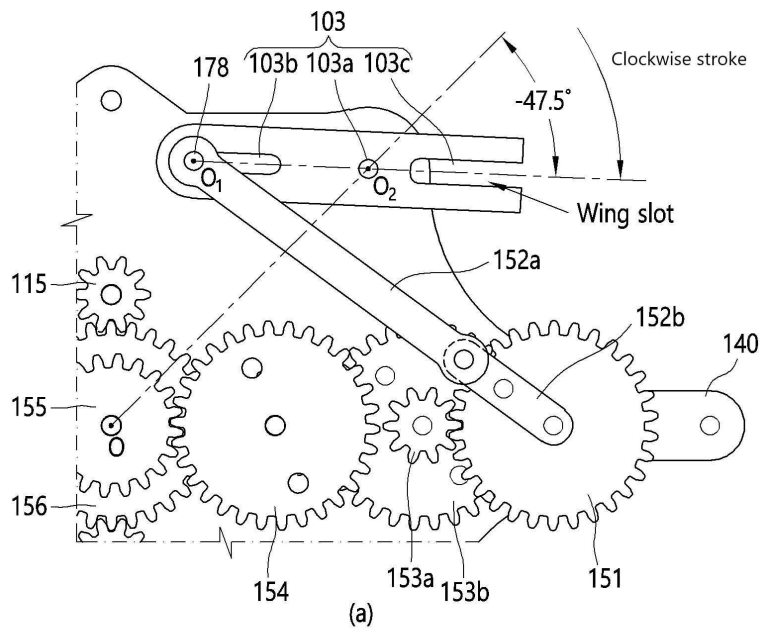
도면6



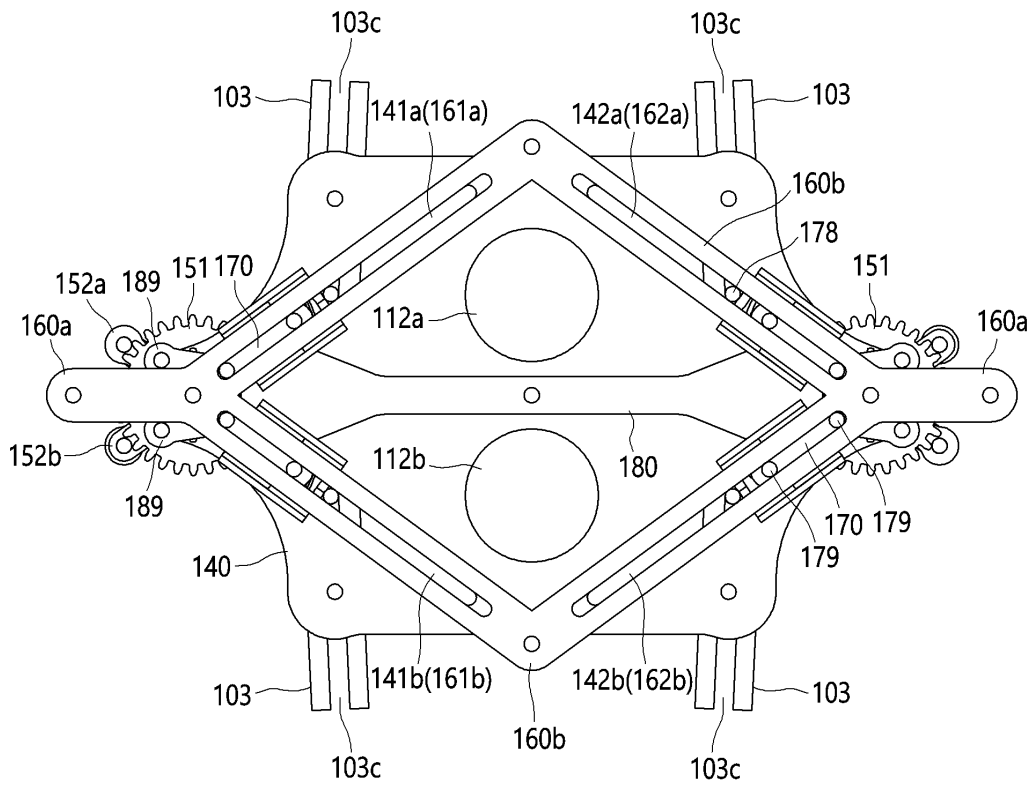
도면7



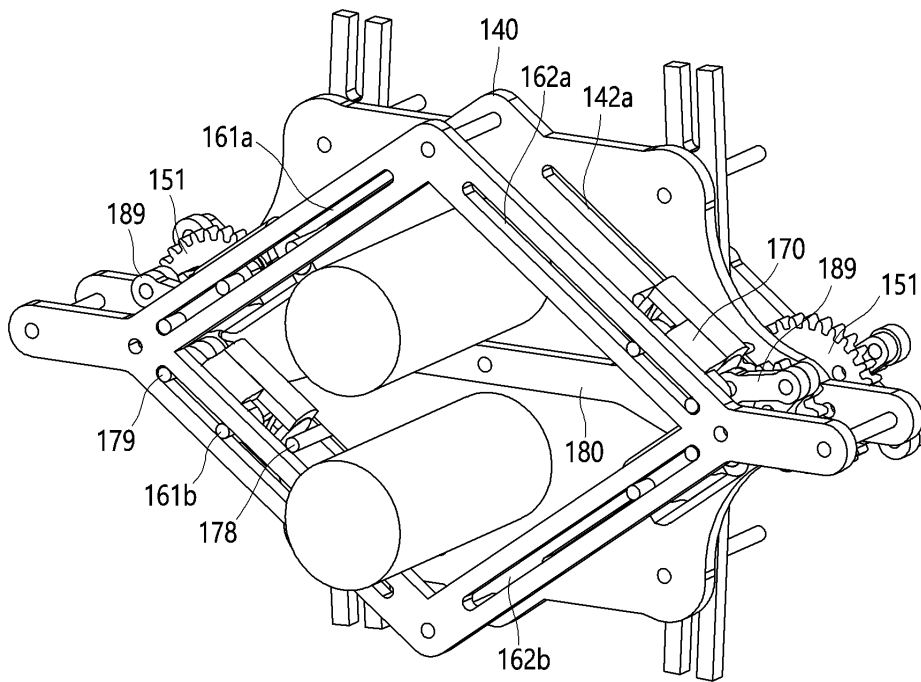
도면8



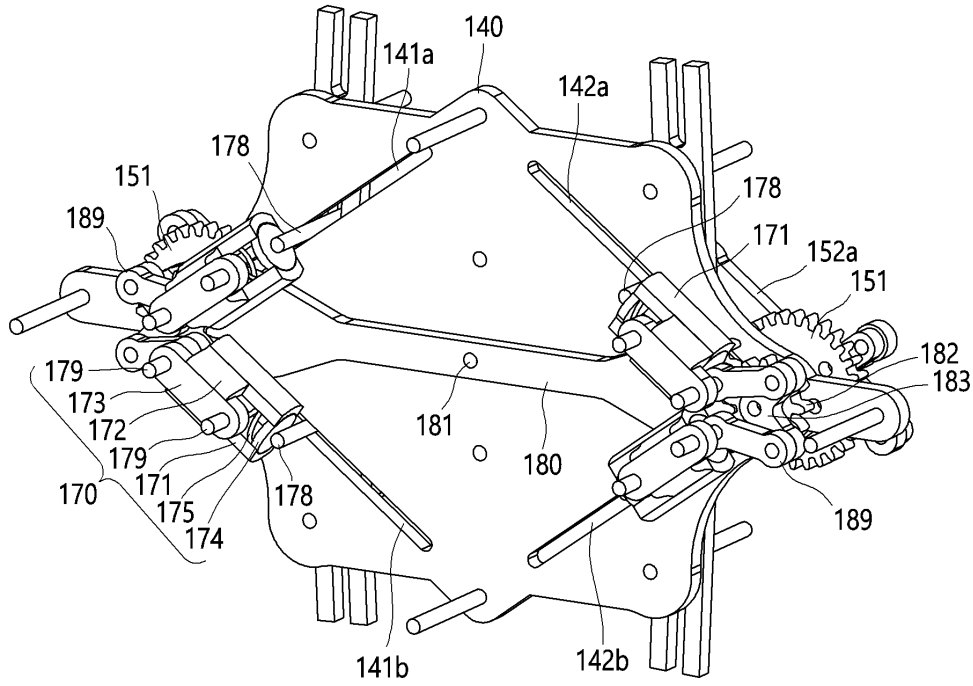
도면9



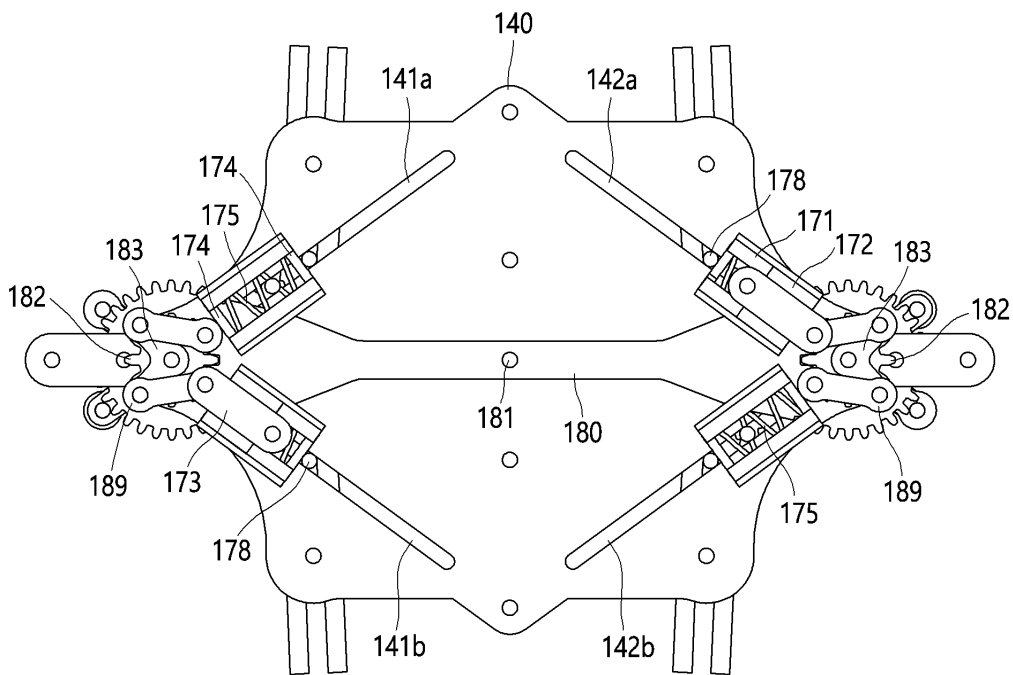
도면10



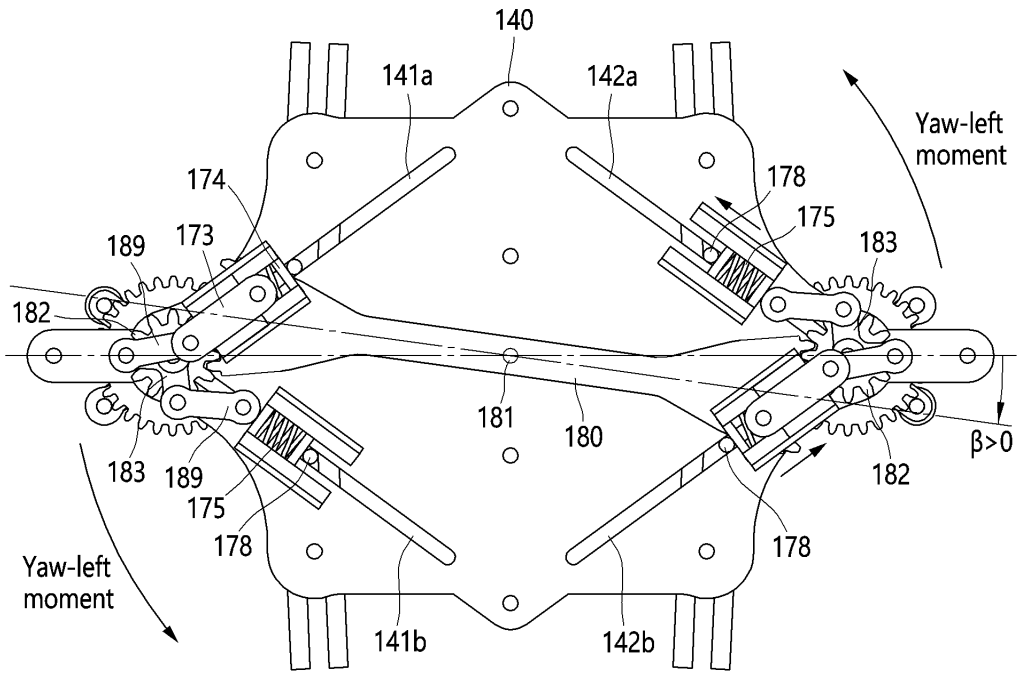
도면11



도면12



도면13



도면14

