(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0075539
(43) 공개일자 2023년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*G01N 21/25* (2006.01) *B64C 39/02* (2023.01)
*B64D 47/08* (2006.01) *G01N 21/84* (2006.01)
*G06T 7/30* (2017.01)
(52) CPC특허분류
*G01N 21/25* (2013.01)
*B64C 39/024* (2023.01)
(21) 출원번호 10-2021-0161817
(22) 출원일자 2021년11월23일
심사청구일자 2021년11월23일

(71) 출원인
**동아대학교 산학협력단**
부산광역시 사하구 낙동대로550번길 37, 동아대학교 내 (하단동)
(72) 발명자
**김용석**
부산광역시 동래구 문화로 15, 104-1602
(74) 대리인
**김성현**

전체 청구항 수 : 총 7 항

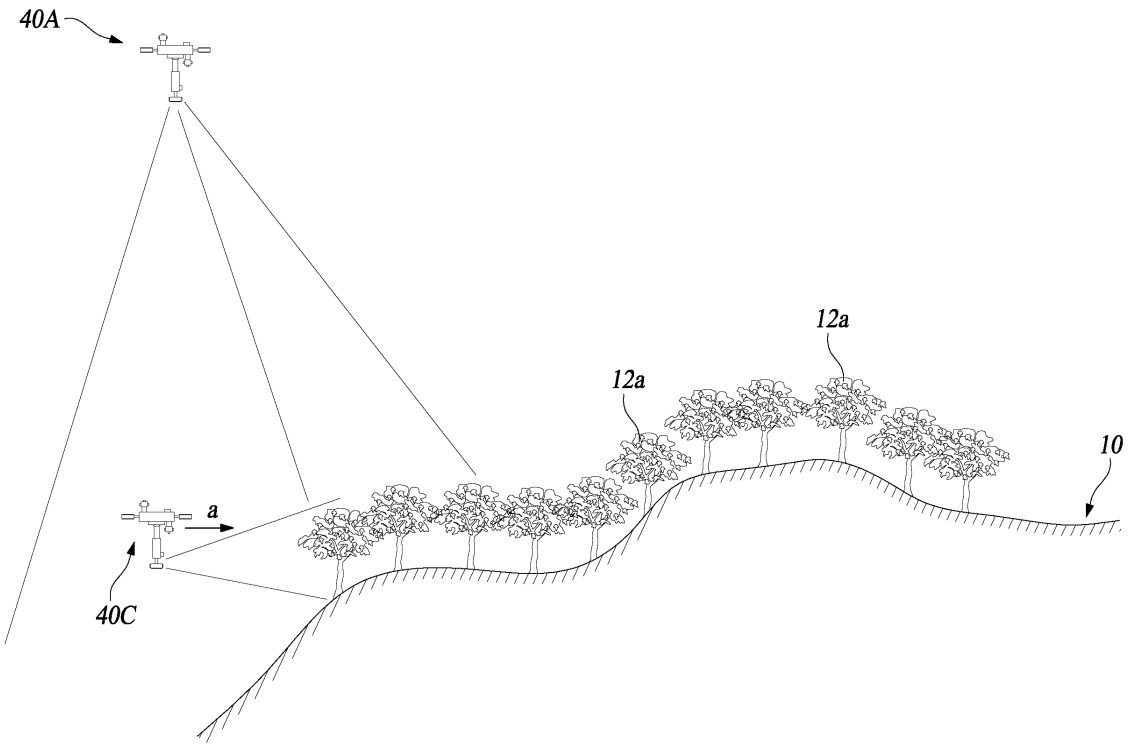
(54) 발명의 명칭 **멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치 및 식생정보 취득방법**

## (57) 요 약

본 발명은 멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치 및 식생정보 취득방법에 관한 것이다. 식생정보 취득장치는, 산지의 능선에 대해 일정한 고도를 유지하며 촬영영역내의 식생식물의 전면부를 촬영하는 저고도드론, 저고도드론의 수직방향 상부에 위치하고 저고도드론과 일정간격을 유지하며 촬영영역내 식생식물의 상측부를 촬영하

(뒷면에 계속)

*대 표 도* - 도2



는 고고도드론, 저고도드론을 사이에 두고 반대측에 위치하고 저고도드론과 함께 병진하면서 촬영영역 내의 식생 식물의 좌측부 및 우측부를 촬영하는 사이드드론이 포함되는 멀티드론부와; 멀티드론부의 촬영내용을 전달받아 정합하여 3차원적 분광 영상데이터를 구현하는 정합부와; 정합부에 의해 정합된 영상데이터를 통해 촬영영역에 대한 식생정보를 취득하는 분석부를 포함한다.

상기와 같이 이루어지는 본 발명의 멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치는, 동기화(同期化)된 다수의 드론이 동일한 지점을 상호 다른 각도에서 촬영한 후 촬영 데이터를 정합함으로써 3차원적인 식생정보를 취득할 수 있다. 또한, 상공에서는 촬영할 수 없는 식생식물의 가지 밑부분에 대한 세밀한 식생정보 까지 빠짐없이 취득할 수 있음은 물론, 이를 통해 병충해를 조기에 발견하여 병충해 관련 정밀 데이터베이스를 구축할 수 있다.

(52) CPC특허분류
***B64D 47/08*** (2023.01)
***G01N 21/84*** (2013.01)
***G06T 7/30*** (2017.01)
*B64U 2101/30* (2023.01)
*G01N 2021/8466* (2013.01)

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

상호 동기화된 상태로 산지의 상공을 비행하며, 동일한 촬영영역에 대한 촬영을 동시에 수행하여 촬영영역에 대한 다른 각도의 분광영상을 취득하는 것으로서, 산지의 능선에 대해 일정한 고도를 유지하며 촬영영역내의 식생 식물의 전면부를 촬영하는 저고도드론, 저고도드론의 수직방향 상부에 위치하고 저고도드론과 일정간격을 유지하며 촬영영역내 식생식물의 상측부를 촬영하는 고고도드론, 저고도드론을 사이에 두고 반대측에 위치하고 저고도드론과 함께 병진하면서 촬영영역 내의 식생식물의 좌측부 및 우측부를 촬영하되 저고도드론의 비행고도 이상의 비행고도를 유지하는 사이드드론이 포함되는 멀티드론부와;

멀티드론부의 촬영내용을 전달받아 정합하여 3차원적 분광 영상데이터를 구현하는 정합부와;

정합부에 의해 정합된 영상데이터를 통해 촬영영역에 대한 식생정보를 취득하는 분석부를 포함하는,

멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 저고도드론과 고고도드론과 사이드드론은 동일한 구조를 가지고,

저고도드론은;

입력된 비행정보를 따라 비행하는 드론본체와,

드론본체에 장착되며 주변 드론과의 상대적인 거리 및 고도차이를 감지하는 레이더와,

지표면에 대한 드론본체의 3차원적 좌표값을 출력하는 GPS와,

상기 레이더 및 GPS와 접속되며 드론을 일정간격으로 유지시키는 싱크모듈과,

드론본체의 하부에 설치되며, 하부로 연장되고 중력의 작용을 받아 수직방향으로 편향되는 스위블로드와,

드론본체에 내장되고, 스위블로드를 수직으로 유지시키는 수직유지부와,

스위블로드에 대해 슬라이딩 가능하도록 지지되며, 하단에 멀티스펙트럴카메라를 갖는 승강로드와,

승강로드를 승강시키는 승강수단을 구비하는,

멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치.

### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 스위블로드는,

속이 빈 구(球)의 형상을 취하는 헤드부, 헤드부에 일체를 이루며 직선 연장되고 연장단부에 지지턱을 갖는 중공형 연장부, 연장부 내부에 구비되는 와이어걸이를 가지고,

상기 수직유지부는,

스위블로드의 헤드부를 회전 가능하게 지지하는 마운팅홀더, 마운팅홀더에 설치되고 헤드부를 마운팅홀더내에 고정시키는 록킹부가 설치되며,

승강로드는,

중공파이프의 형상을 취하고 스위블로드의 연장부에 슬라이딩 가능하도록 지지되며 상단부에는 상기 지지턱에 걸리는 걸림턱을 갖는,

멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 승강수단은;

승강로드의 하단부에 고정되고 구동풀리를 회전시키는 승강모터와,

일단부가 상기 와이어걸이에 연결되고, 타단부가 구동풀리에 감기며, 승강모터의 작동 시 승강로드가 승강운동하게 하는 인장와이어를 구비하는,

멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치.

**청구항 5**

제3항에 있어서,

상기 록킹부는;

상기 헤드부를 사이에 두고 반대편에 위치하며 헤드부에 밀착 가능한 마찰패드와, 마찰패드를 헤드부측으로 가압하여 마찰패드로 하여금 헤드부의 회전을 방지하게 하는 것으로서, 회전력을 출력하는 캠구동모터, 캠구동모터의 모터축에 고정되고 상기 마찰패드에 접하며 모터의 동작시 마찰패드를 헤드부측으로 가압하는 가압캠을 구비하는,

멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치.

**청구항 6**

촬영수단이 탑재되고 산지의 능선에 대해 일정 고도를 유지하며 촬영영역 내의 식생식물의 전면부를 촬영할 저고도드론을 띄우는 저고도드론 런칭단계와;

촬영수단을 가지고, 저고도드론의 수직방향 상부에 위치한 상태로 저고도드론과 함께 이동하며 촬영영역 내의 식생식물의 상측부를 촬영할 고고도드론을 띄우는 고고도드론 런칭단계와;

저고도드론과 고고도드론을 동기화 시켜, 저고도드론에 대한 고고도드론의 간격을 유지시키는 1차동기화단계와;

촬영수단이 구비되며, 저고도드론을 사이에 두고 반대측에 위치한 상태로 저고도드론과 함께 병진할 사이드드론을 띄우는 사이드드론 런칭단계와;

사이드드론과 사이드드론의 간격을 유지시키는 2차동기화단계와;

저고도드론과 고고도드론과 사이드드론을 이동시키며, 상기 촬영수단을 이용해 촬영영역내 식생식물에 대한 분광영상을 촬영하는 분광영상 취득단계와;

촬영내용을 통신부로 전달하는 정보전송단계와;

저고도드론과 고고도드론과 사이드드론이 촬영한 내용을 정합하여 3차원적 분광영상데이터를 구현하는 정합단계와;

정합단계에 의해 구현된 영상데이터를 통해, 촬영영역에 대한 식생정보를 취득하는 분석단계를 포함하는,

멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 1차동기화단계는, 저고도드론의 촬영영역에 고고도드론의 촬영영역을 일치시키는 과정이고,

2차동기화단계는, 저고도드론의 촬영영역에 사이드드론의 촬영영역을 일치시키는 과정인,

멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득방법.

## 발명의 설명

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 지표면 상의 다양한 식생정보를 파악하기 위한 식생정보 취득장치 및 취득방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 상호 동기화된 다수의 드론을 이용해 식생식물에 대한 분광영상을 3D방식으로 획득 및 분석하여 보다 정확한 데이터를 얻을 수 있게 하는, 멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치 및 식생정보 취득방법에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

[0002] 산림이나 녹지 생태계 등의 훼손을 막고 보존하기 위해서는, 산림과 녹지에 대한 실태 파악과 환경 조사가 선행되어야 한다. 정확한 조사와 분석이 뒷받침 되어야 합리적이고 세부적인 식생관리가 가능하기 때문이다.

[0003] 기존에는 산림이나 녹지 등의 실태 파악이 주로 인력에 의해 이루어져왔다. 이를테면, 관리자가 직접 산림이나 녹지로 이동하여 식생을 일일이 육안으로 파악하고 필요한 조치를 했던 것이다. 그런데 이러한 인력 방식으로, 넓은 지역을 모두 조사하고 관리하는 것은 물리적 한계가 있을 수밖에 없다.

[0004] 이에, 근래 들어, 농업분야와 산림분야에도 드론이 사용되기 시작하고 있다. 산림분야에서의 드론은 식생정보 취득의 많은 어려움을 해소해 주고 있다. 가령, 관리자가 들어갈 수 없는 험준하고 넓은 지역의 식생정보를 정확히 그것도 빠른 시간에 파악할 수 있게 하는 것이다. 결국, 드론을 이용해, 보다 넓은 지역의 식생지수(NDVI)를 손쉽게 파악할 수 있게 되었다.

[0005] 알려진 바와 같이, 식생지수는, 식물 군락의 밀도와 빛의 파장대에 따른 반사 특성에 기초를 두고, 각 파장대 간의 특성을 조합하여 식생의 활력도를 나타내는 지수로서, 식생의 시공간 변화특성을 감시하거나 이해하는데 도움을 주는 자료이다.

[0006] 식생지수를 파악하는 이유는, 식생지수를 분석함으로서 식물의 생육상태나 작물의 변화 등을 시각화 및 데이터화 할 수 있고, 이러한 기초 데이터를 이용해, 작물 성장 기간 동안 농작물에 필요한 조치를 더 빠르고 정확하게 할 수 있기 때문이다.

[0007] 한편, 종래의 식생정보 파악 방법은, 분광카메라를 장착한 드론을 관심지역의 상공에 띄워 자율 비행시키며 대상지역을 촬영하는 방식으로 진행되었다. 즉, 도 1에 도시한 바와 같이, 한 대의 드론을 매핑 비행시켰던 것이다. 그런데 이러한 종래의 방식은 2차원 영상을 취득할 수밖에 없었다. 드론이 상공에 높이 떠 있는 상태로 지상을 촬영하므로 3차원적인 영상을 얻을 수 없는 것은 당연하다. 아무리 고성능의 카메라를 사용한다 하더라도, 식생식물의 옆쪽 부분에 대한 정보는 얻을 수 없었던 것이다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 국내 등록특허공보 제10-0935857호 (항공라이다와 디지털항공사진을 이용한 3차원 산림지리정보 생성 시스템 및 그 방법)

(특허문헌 0002) 국내 공개특허공보 제10-2021-0066036호 (초분광센서와 토양 함수율 센서를 이용한 토양 가뭄 모니터링 방법)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기 문제점을 해소하고자 창출한 것으로서, 3차원적인 식생정보를 취득할 수 있고, 식생식물의 가지 밑부분에 대한 세밀한 식생정보 까지 빠짐없이 취득할 수 있으며, 멀티스펙트럴 카메라의 흔들림이 최대한 억제

되어 정확한 영상을 취득할 수 있는, 멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치 및 식생정보 취득방법을 제공함에 목적이 있다.

## 과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 과제의 해결수단으로서의 본 발명의 멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치는, 상호 동기화된 상태로 산지의 상공을 비행하며, 동일한 촬영영역에 대한 촬영을 동시에 수행하여 촬영영역에 대한 다른 각도의 분광영상을 취득하는 것으로서, 산지의 능선에 대해 일정한 고도를 유지하며 촬영영역내의 식생식물의 전면부를 촬영하는 저고도드론, 저고도드론의 수직방향 상부에 위치하고 저고도드론과 일정간격을 유지하며 촬영영역내 식생식물의 상측부를 촬영하는 고고도드론, 저고도드론을 사이에 두고 반대측에 위치하고 저고도드론과 함께 병진하면서 촬영영역 내의 식생식물의 좌측부 및 우측부를 촬영하되 저고도드론의 비행고도 이상의 비행고도를 유지하는 사이드드론이 포함되는 멀티드론부와; 멀티드론부의 촬영내용을 전달받아 정합하여 3차원적 분광 영상데이터를 구현하는 정합부와; 정합부에 의해 정합된 영상데이터를 통해 촬영영역에 대한 식생정보를 취득하는 분석부를 포함한다.

[0011] 또한, 상기 저고도드론과 고고도드론과 사이드드론은 동일한 구조를 가지고, 저고도드론은; 입력된 비행정보를 따라 비행하는 드론본체와, 드론본체에 장착되며 주변 드론과의 상대적인 거리 및 고도차이를 감지하는 레이더와, 지표면에 대한 드론본체의 3차원적 좌표값을 출력하는 GPS와, 상기 레이더 및 GPS와 접속되며 드론을 일정간격으로 유지시키는 싱크모듈과, 드론본체의 하부에 설치되며, 하부로 연장되고 중력의 작용을 받아 수직방향으로 편향되는 스위블로드와, 드론본체에 내장되고, 스위블로드를 수직으로 유지시키는 수직유지부와, 스위블로드에 대해 슬라이딩 가능하도록 지지되며, 하단에 멀티스펙트럴카메라를 갖는 승강로드와, 승강로드를 승강시키는 승강수단을 구비한다.

[0012] 그리고, 상기 스위블로드는, 속이 빈 구(球)의 형상을 취하는 헤드부, 헤드부에 일체를 이루며 직선 연장되고 연장단부에 지지턱을 갖는 중공형 연장부, 연장부 내부에 구비되는 와이어걸이를 가지고, 수직유지부는, 스위블로드의 헤드부를 회전 가능하게 지지하는 마운팅홀더, 마운팅홀더에 설치되고 헤드부를 마운팅홀더내에 고정시키는 록킹부가 설치되며, 승강로드는, 중공파이프의 형상을 취하고 스위블로드의 연장부에 슬라이딩 가능하도록 지지되며 상단부에는 상기 지지턱에 걸리는 걸림턱을 갖는다.

[0013] 또한, 상기 승강수단은; 승강로드의 하단부에 고정되고 구동풀리를 회전시키는 승강모터와, 일단부가 상기 와이어걸이에 연결되고, 타단부가 구동풀리에 감기며, 승강모터의 작동 시 승강로드가 승강운동 하게 하는 인장와이어를 구비한다.

[0014] 또한, 상기 록킹부는; 상기 헤드부를 사이에 두고 반대편에 위치하며 헤드부에 밀착 가능한 마찰패드와, 마찰패드를 헤드부측으로 가압하여 마찰패드로 하여금 헤드부의 회전을 방지하게 하는 것으로서, 회전력을 출력하는 캠구동모터, 캠구동모터의 모터축에 고정되고 상기 마찰패드에 접하며 모터의 동작시 마찰패드를 헤드부측으로 가압하는 가압캠을 포함한다.

[0015] 그리고, 상기 목적을 달성하기 위한 과제의 해결수단으로서의 본 발명의 멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득방법은, 촬영수단이 탑재되고 산지의 능선에 대해 일정 고도를 유지하며 촬영영역 내의 식생식물의 전면부를 촬영할 저고도드론을 띄우는 저고도드론 런칭단계와; 촬영수단을 가지고, 저고도드론의 수직방향 상부에 위치한 상태로 저고도드론과 함께 이동하며 촬영영역 내의 식생식물의 상측부를 촬영할 고고도드론을 띄우는 고고도드론 런칭단계와; 저고도드론과 고고도드론을 동기화 시켜, 저고도드론에 대한 고고도드론의 간격을 유지시키는 1차동기화단계와; 촬영수단이 구비되며, 저고도드론을 사이에 두고 반대측에 위치한 상태로 저고도드론과 함께 병진할 사이드드론을 띄우는 사이드드론 런칭단계와; 사이드드론과 사이드드론의 간격을 유지시키는 2차동기화단계와; 저고도드론과 고고도드론과 사이드드론을 이동시키며, 상기 촬영수단을 이용해 촬영영역내 식생식물에 대한 분광영상을 촬영하는 분광영상 취득단계와; 촬영내용을 통신부로 전달하는 정보전송단계와; 저고도드론과 고고도드론과 사이드드론이 촬영한 내용을 정합하여 3차원적 분광영상데이터를 구현하는 정합단계와; 정합단계에 의해 구현된 영상데이터를 통해, 촬영영역에 대한 식생정보를 취득하는 분석단계를 포함한다.

[0016] 또한, 상기 1차동기화단계는, 저고도드론의 촬영영역에 고고도드론의 촬영영역을 일치시키는 과정이고, 2차동기화단계는, 저고도드론의 촬영영역에 사이드드론의 촬영영역을 일치시키는 과정이다.

## 발명의 효과

[0017] 상기와 같이 이루어지는 본 발명의 멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치는, 동기화(同期化)된 다수의 드

론이 동일한 지점을 상호 다른 각도에서 촬영한 후 촬영 데이터를 정합함으로써 3차원적인 식생정보를 취득할 수 있다.

[0018] 또한, 상공에서는 촬영할 수 없는 식생식물의 가지 밑부분에 대한 세밀한 식생정보 까지 빠짐없이 취득할 수 있음은 물론, 이를 통해 병충해를 조기에 발견하여 병충해 관련 정밀 데이터베이스를 구축할 수 있다.

[0019] 더 나아가 드론의 임무 수행 중, 드론에 탑재된 멀티스펙트럴 카메라의 흔들림이 최대한 억제되어 정확한 영상을 취득할 수 있다.

## *도면의 간단한 설명*

[0020] 도 1은 종래의 식생정보 취득 방식의 문제점을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치를 이용한 영상촬영 방식을 설명하기 위한 측면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치를 이용한 영상촬영 방식을 설명하기 위한 평면도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치의 전체적인 구성을 도시한 블록도이다.

도 5 및 도 6은 멀티드론의 비행 시의 비행 대열을 설명하기 위한 도면이다.

도 7 및 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 식생정보 취득장치에 포함되는 드론의 구성 및 작동상의 특징을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티드론을 이용한 식생정보 취득방법을 도시한 순서도이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0021] 이하, 본 발명에 따른 하나의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세히 설명하기로 한다.

[0022] 기본적으로, 본 발명의 식생정보 취득장치는, 산지에 위치하는 식생식물을 서로 다른 각도에서 동시에 촬영하고 촬영한 내용을 정합하여 3차원적 분광영상데이터를 출력하기 위한 장비이다. 참고로, 종전에는 하나의 드론을 높이 띄워 식생식물의 전체적인 분포 정도만 촬영하였으므로 2차원적인 영상정도만 얻을 수 있었다.

[0023] 아울러 본 발명의 취득장치는, 후술할 저고도드론과 사이드드론을 이용해 식재 식물의 아랫부분, 즉, 상공에서 보이지 않는, 줄기나 가지부분 까지 촬영하여 자세한 영상 데이터를 얻어, 식생에 대한 고유 분광 정보를 세부적으로 분류하고, 식생 활력도 및 생리적 상태에 대한 다양한 분석을 할 수 있게 한다.

[0024] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티드론을 이용한 산지 식생정보 취득장치를 이용한 영상촬영 방식을 설명하기 위한 측면도이고, 도 3은 식생정보 취득장치를 이용한 영상촬영 방식을 설명하기 위한 평면도이다. 또한, 도 4는 식생정보 취득장치의 전체적인 구성을 도시한 블록도이며, 도 5 및 도 6은 멀티드론의 비행 시의 비행 대열을 나타내 보인 도면이다.

[0025] 도시한 바와 같이, 본 실시예에 따른 식생정보 취득장치(20)는, 멀티드론부(30), 드론제어부(61), 통신부(63), 정합부(65), 분석부(67), 데이터베이스(69)를 포함한다.

[0026] 멀티드론부(30)에는, 고고도드론(40A), 사이드드론(40B), 저고도드론(40C)이 포함된다. 이러한 드론(40A,40B,40C)은 상호 동기화된 상태로 산지(10)의 상공을 비행하며, 동일한 촬영영역(101)에 대한 촬영을 동시에 수행하여 촬영영역에 대한 다른 각도의 분광영상을 취득한다.

[0027] 고고도드론(40A)과 사이드드론(40B)과 저고도드론(40C)은 동일한 구조를 가지며, 서로 다른 위치에서 동기화된 상태로 동시에 움직인다. 본 설명에서의 드론을 동기화(synchronization) 시킨다는 것은, 드론이 간격을 유지한 상태에서 같이 움직이며 동일한 촬영영역(101)을 동시에 촬영하도록 맞춘다는 의미이다.

[0028] 저고도드론(40C)은, 산지(10)의 능선에 대해 일정한 고도를 유지한 상태로 비행한다. 능선이 올라가면 저고도드론도 올라가고, 능선이 내려가면 저고도드론도 하강한다. 저고도드론(40C)의 고도 범위는, 식생식물(12a)의 전면부을 촬영할 수 있는 정도의 범위이다. 저고도드론(40C)의 고도가, 식생식물(12a)의 키에 따라 달라짐은 물론이다. 다시 말하지만, 저고도드론의 '고도'는, 해수면에 대한 절대적인 고도가 아니라, 식생식물(12a)이 위치한

산지 능선 표면에 대한 수직 높이를 의미한다.

[0029] 아울러 식생식물의 전면부라 함은, 도 2의 화살표 a방향으로 이동하는 저고도드론(40C)을 마주하는 식생식물(12a)의 전면(前面)(드론을 향하는 면)을 의미한다. 또한 상측부는 상공에서 내려다 봤을 때의, 말하자면, 평면부이다. 아울러 좌측부는 저고도드론의 진행방향 좌측 드론이 촬영영역(103)을 볼 때 보이는 부분이고, 우측부는 저고도드론의 진행방향 우측 드론이 촬영영역(103)을 볼 때 보이는 부분이다.

[0030] 저고도드론(40C)은 드론제어부(61)의 원격 제어에 의해 상기한 고도를 유지한 상태로 화살표 a방향으로 전진하며 상승과 반복을 반복하면서, 탑재되어 있는 멀티스펙트럴카메라(49)을 이용해 식생식물(12a)의 전면을 촬영한다. 도 3의 도면부호 103이 저고도드론(40C)의 촬영영역이다.

[0031] 저고도드론(40C)의 촬영영역은 수직적이고, 고고도드론(40A)의 촬영영역(101)은 평면적이다. 고고도드론(40A)의 촬영영역(101)을 수직으로 투사했을 때 만들어지는 공간의 일측 수직면이 저고도드론(40C)의 촬영영역(103)이다. 고고도드론의 촬영영역의 일부가 저고도드론의 촬영영역인 것이다.

[0032] 고고도드론(40A)은 저고도드론(40C)의 수직방향 상부에 위치하는 드론이다. 저고도드론(40C)의 수직방향 상부가 고고도드론(40A)의 위치이다. 저고도드론(40C)에 대한 고고도드론(40A)의 간격은, 산지(10)의 모양이나 촬영시의 기상 상황에 따라 달라질 수 있다. 고고도드론(40A)은 도 5에 도시한 것처럼 저고도드론(40C)의 수직방향 상부에 위치한 상태에서, 저고도드론과 같은 속도로 비행한다.

[0033] 고고도드론(40A)은 멀티스펙트럴카메라(49)를 이용해 촬영영역(101)을 촬영하고, 이에 더하여 타겟영역(105)도 촬영한다. 타겟영역(105)은 저고도드론(40C)을 그 중심점에 위치시키는 촬영영역이다. 타겟영역(105)의 중심에 저고도드론(40C)을 맞춤으로서, 고고도드론(40A)을 저고도드론(40C)의 수직방향 상부에 용이하게 위치시킬 수 있다.

[0034] 사이드드론(40B)은 도 3에 도시한 바와 같이, 저고도드론(40C)의 진행방향 좌우측에 배치되는 드론이다. 사이드드론(40B)은 저고도드론을 사이에 두고 반대측에 위치하고 저고도드론과 함께 병진하면서 촬영영역(103) 내의 식생식물의 좌측부 및 우측부를 촬영한다.

[0035] 좌우측 사이드드론(40B)은, 저고도드론의 비행고도 이상의 비행고도를 유지한다. 아울러 좌측 사이드드론과 우측사이드드론은 간격이 유지되기는 하지만 고도는 독립적으로 조절된다. 가령, 도 6에 도시한 바와 같이, 우측 사이드드론이 좌측사이드드론 보다 높게 날거나 그 반대일 수 있다.

[0036] 고고도드론(40A), 사이드드론(40B), 저고도드론(40C)으로 구성된 멀티드론부(30)는 드론제어부(61)의 제어신호를 받아 비행하면서, 멀티스펙트럴카메라(49)를 이용해 촬영영역(101,103)에 대한 영상을 획득한다.

[0037] 멀티스펙트럴카메라(49)는, 전자기 스펙트럼의 특정 파장 범위에 속한  다중 분광 영상을 얻기 위한 일반적인 장비이다. 다중 분광 영상은 동일한 장면의 여러 단색 영상을 모아 놓은 것으로 서로 다른 센서로 찍은 것이다. 멀티스펙트럴카메라는, 인간의 눈이 적색과 녹색 및 청색에 대한 수용체로 포획하지 못하는 추가 정보를 추출할 수 있다.

[0038] 멀티드론부(30)를 통해 획득된 영상 정보는 통신부(63)를 통해 정합부(65)로 전달된다.

[0039] 정합부(65)는, 멀티드론부(30)의 촬영내용을 전달받아 정합하여 3차원적 분광 영상데이터를 구현하는 역할을 한다. 즉, 저고도드론(40C)이 촬영한 영상, 사이드드론(40B)이 촬영한 영상, 고고도드론(40A)이 촬영한 영상을 촬영시간을 기준으로 정합시켜, 식생식물이 특징을 3차원적으로 구현하는 것이다. 정합방식 자체는 일반적인 방식을 따른다.

[0040] 분석부(67)는 정합부(65)에 의해 정합된 영상데이터를 통해 촬영한 지역에 대한 식생정보를 알아내는 것이다. 분석부(67)에서 파악된 정보는 데이터베이스(69)로 전달된다. 또한, 데이터베이스(69)에 저장된 정보는 산림청 등의 관리센터로 전달되어 산림의 관리를 위한 자료로 사용된다.

[0041] 도 7 내지 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 식생정보 취득장치에 포함되는 저고도드론(40C)의 구성 및 작동상의 특징을 설명하기 위한 도면이다. 본 실시예에서의 고고도드론(40A), 사이드드론(40B), 저고도드론(40C)의 구성은 동일하며, 도 6에는 일예로 저고도드론(40C)을 도시하였다.

[0042] 도시한 바와 같이, 저고도드론(40C)은, 드론본체(41), 상부레이더(43a), 하부레이더(43b), GPS(41k), 싱크모듈(41g), 스위블로드(46), 수직유지부, 승강로드(47), 승강수단을 구비한다.

[0043] 드론본체(41)는 일반적인 것으로서, 배터리(41a)의 전력을 이용해 양력과 추진력을 얻는다. 드론본체(41)에는 배터리(41a)와 자율비행제어부(41c)와 통신모듈(41e)가 배치된다. 자율비행제어부(41c)는 입력된 비행정보에 의해 드론본체(41)의 속도나 고도 및 방향 등을 결정한다. 비행정보는 사전에 입력되거나 드론제어부(61)에 의해 입력된다.

[0044] GPS는 드론본체(41)의 지표면에 대한 드론본체(41)의 3차원적 절대 좌표값을 출력한다. GPS에서 출력된 신호는 통신모듈(41e)을 통해 지상의 드론제어부(61)로 전달된다.

[0045] 싱크모듈(41g)은 다른 드론, 즉, 말하자면 고고도드론(40A)과 사이드드론(40B)과 저고도드론(40C)을 동기화 시키는 역할을 한다. 동기화에 대해서는 위에 설명하였다.

[0046] 상부레이더(43a)는 드론본체(41)의 상부에, 하부레이더(43b)는 드론본체(41)의 하부에 설치된 것으로서, 드론본체(41)와 주변 드론과의 상대적인 거리 및 고도차이를 감지한다. 상하부레이더(43a,43b)는 독립적으로 제어되며 감지한 내용은 자율비행제어부(41c)를 통해 싱크모듈(43g)로 전달된다.

[0047] 한편, 스위블로드(46), 수직유지부, 승강로드(47), 승강수단은, 멀티드콥트럴카메라(49)를 최대한 흔들리지 않도록 지지하는 역할을 한다. 말하자면 드론본체(41)가 피칭이나 롤링 운동하더라도 전후좌우로 흔들리는 것을 막는 것이다.

[0048] 참고로, 멀티스콥트럴 카메라(49)는, 시야각 및 파장 범위가 좁고, 밴드별 민감도 및 촬영 선명도가 높으나, 촬영 시 흔들리면 원하는 해상도의 영상을 얻을 수 없다.

[0049] 스위블로드(46)는, 드론본체(41)의 하부로 연장되고 중력의 작용을 받아 수직방향으로 편향되는 부재이다. 즉, 외력이 가해지지 않은 상태에서 지면에 대해 수직을 이루는 성질을 갖는 것이다.

[0050] 스위블로드(46)는, 헤드부(46a), 연장부(46b), 와이어걸이(46d)를 갖는다. 헤드부(46a)는 속이 빈 구(球)의 형상을 취하는 부재로서 수직유지부의 마운팅홀더(45)에 슬립 가능하도록 수용된다. 연장부(46b)는 헤드부(46a)에 일체를 이루는 중공파이프형 부재로서 하단부 외주면에 지지턱(46e)을 갖는다. 지지턱(46e)은 후술할 승강로드(47)의 걸림턱(47b)을 걸어 승강로드(47)의 이탈을 방지한다. 와이어걸이(46d)는 연장부(46b)의 내부에 고정되는 부속으로서 인장와이어(48d)의 일단부를 걸어 지지한다.

[0051] 수직유지부는, 드론본체(41)에 내장되되 하부로 돌출되도록 내장된 상태로 스위블로드(46)를 회전 가능하게 지지하는 것으로서, 마운팅홀더(45)와 록킹부(53)를 갖는다.

[0052] 마운팅홀더(45)는 중앙에 수용공간(45b)을 제공하는 블록형 부재로서, 스위블로드의 헤드부를 회전 가능하게 지지한다. 마운팅홀더(45)의 상측에는 모터제어기(44)와 수직감지센서(51)가 설치된다.

[0053] 모터제어기(44)는 승강모터(48)와 연결되며 모터의 작동을 컨트롤한다. 이에 대한 설명은 후술된다. 또한 수직감지센서(51)는 연장부(46b)의 수직 여부를 감지한다. 즉, 연장부(46b)가 수직으로 위치했을 때 신호를 발생하여 캠구동모터(53a)로 전달하는 것이다.

[0054] 록킹부(53)는, 마운팅홀더(45)에 설치되며 헤드부를 마운팅홀더내에 고정시키는 역할을 한다. 록킹부(53)는, 마찰패드(53e), 캠구동모터(53a), 가압캠(53c)을 구비한다.

[0055] 마찰패드(53e)는 헤드부(46a)를 사이에 두고 반대편에 위치하는 마찰부재로서, 헤드부(46a)에 대해 진퇴운동 하고, 가압캠(53c)에 의해 화살표 f방향으로 가압되어 헤드부(46a)를 고정시킨다.

[0056] 캠구동모터(53a)는, 수직감지센서(51)로부터 신호를 수신한 순간 작동하여 가압캠(53c)을 화살표 g방향으로 회전시키고, 가압캠으로 하여금 마찰패드(53e)를 화살표 f방향으로 가압하게 한다. 결국, 마찰패드(53e)는, 연장부(46b)가 수직일 때에 헤드부(46a)를 가압하고, 수직이 아닐때에는 헤드부(46a)로부터 분리된다.

[0057] 승강로드(47)는, 스위블로드의 연장부(46b)에 대해 슬라이딩 가능하도록 지지되는 원통형 부재로서, 상단부 내주면에 걸림턱(47b)을 갖는다. 걸림턱(47b)은 지지턱(46e)에 걸리는 부분이다.

[0058] 아울러 승강로드(47)의 하측부에는 승강수단이 설치된다. 승강수단은, 승강로드(47) 자체를 승강시키기 위한 것으로서, 승강모터(48), 구동풀리(48a), 인장와이어(48d)를 포함한다.

[0059] 승강모터(48)는 수평으로 설치되며 외부로부터 인가된 전력에 의해 구동풀리(48a)를 회전시킨다. 인장와이어(48d)는 일단부가 와이어걸이(46d)에 연결되고, 타단부가 구동풀리(48a)에 감기는 부재이다. 구동풀리(48a)를 회전시켜 인장와이어(48d)를 감으면 승강로드(47)가 상승하고, 풀면 승강로드가 하강한다. 승강로드를 상승시키

거나 하강시키는 이유는, 비행 중 드론(40C)의 전체적인 무게중심을 조절하기 위해서이다.

[0060] 멀티스펙트럴카메라(49)는 승강모터(48)의 하부에 고정되며 촬영영역에 대한 분광 영상을 촬영한다.

[0061] 도 9는 드론본체(41)가 화살표 k방향으로 기울어진 상태를 도시한 도면이다. 드론본체(41)가 기울어져 있더라도, 스위블로드(46)는 수직으로 편향되므로, 도시한 바와 같이, 승강로드(47)와 멀티스펠트럴카메라(49)의 중심축선은 수직을 유지한다.

[0062] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티드론을 이용한 식생정보 취득방법을 도시한 순서도이다

[0063] 도시한 바와 같이, 식생정보 취득방법은, 저고도드론 런칭단계(201), 고고도드론 런칭단계(203), 1차동기화단계(205), 사이드론 런칭단계(207), 2차동기화단계(209), 분광영상취득단계(211), 정보전송단계(213), 정합단계(215), 분석단계(216)를 포함한다.

[0064] 저고도드론 런칭단계(201)는, 위에 설명한 드론제어부(61)를 이용해 저고도드론(40C)을 띄우는 과정이다. 저고도드론 런칭단계(201)에 의해 띄워진 저고도드론(40C)은 산지(10)의 능선에 대해 일정 고도를 유지하며, 고고도드론(40A)과 사이드드론(40B)을 기다린다.

[0065] 고고도드론 런칭단계(203)는, 드론제어부(61)를 이용해 고고도드론(40A)을 상공에 띄우는 과정이다. 고고드드론 런칭단계(203)에 의해 띄워진 고고도드론(40A)은 저고도드론(40C)의 수직방향 상부로 올라가 대기한다.

[0066] 1차동기화단계(205)는, 저고도드론과 고고도드론을 동기화 시켜, 저고도드론에 대한 고고도드론의 간격을 유지시키는 과정이다. 저고도드론(40C)의 상부레이더(43a)와, 고고도드론(40A)의 하부레이더(43b)를 이용해 양자간의 상대 위치를 파악하고, 이와 동시에 GPS정보를 이용해 수직상태를 맞추는 것이다. 이러한 과정에는 싱크모듈(41g)이 관여한다. 즉, 상부레이더(43a) 및 하부레이더(43b)에 접속된 싱크모듈(41g)이 레이더를 통해 전달된 정보를 이용해 자율비행제어부(41c)를 제어하여 드론 간의 상대 위치를 맞추는 것이다.

[0067] 아울러, 촬영영역의 동기화도 싱크모듈(41g)에 의해 이루어진다. 싱크모듈(41g)이, 멀티스펙트럴카메라(49)의 촬영 각도를 조절하여, 도 2에 도시한 바와 같이, 촬영영역(101,103)을 맞추는 것이다.

[0068] 사이드드론 런칭단계(207)는, 두 대의 사이드드론(40B)을 띄워 사이드드론(40B)이 저고도드론을 사이에 두고 반대측에 위치하게 하는 과정이다.

[0069] 2차동기화단계(209)는, 저고도드론(40C)에 사이드드론(40B)을 동기화 시키는 과정으로서, 1차동기화단계(205)와 동일한 방식으로 이루어진다.

[0070] 분광영상취득단계(211)는, 저고도드론(40C)과 고고도드론(40A)과 사이드드론(40B)을 이동시키며, 촬영수단, 즉, 멀티스펙트럴카메라(49)를 이용해 촬영영역내 식생식물에 대한 분광영상을 촬영하는 과정이다. 촬영방식 자체는 일반적인 것이므로 그에 관한 설명은 생략한다.

[0071] 정보전송단계(213)는, 분광영상취득단계(211)를 통해 얻은 영상정보를 통신부(63)로 전달하는 과정이다. 통신부(63)로 전송된 영상정보는, 정합부(65)로 전달된다. 정합부(65)는, 저고도드론과 고고도드론과 사이드드론이 촬영한 내용을 정합하여 3차원적 분광영상데이터를 구현한다.

[0072] 또한 분석단계(216)는, 정합단계에 의해 구현된 분광영상데이터를 통해, 촬영영역에 대한 식생정보를 알아내는 후처리 과정이다. 분석단계(216)를 통해 식생지수(NDVI)별 맞춤형 식생 활력도나, 엽록소 함량지수(NDRE)를 얻을 수 있다. 그리고, 분광영상데이터를 이용해, 식생식물이 지닌 고유의 분광 특성을 밴드별로 분석하여 식생식물의 생리적 상태 및 스트레스를 파악하고 이에 따른 맞춤별 관리 방안을 모색할 수 있다.

[0073] 이상, 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정하지 않고, 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 변형이 가능하다.

## *부호의 설명*

[0074]

| | | |
|---|---|---|
| 10:산지(山地) | 12a:식생식물 | 20:식생정보취득장치 |
| 30:멀티드론부 | 40A:고고도드론 | 40B:사이드드론 |
| 40C:저고도드론 | 41:드론본체 | 41a:배터리 |
| 41c:자율비행제어부 | 41e:통신모듈 | 41g:싱크모듈 |

41k:GPS 43a:상부레이더 43b:하부레이더

44:모터제어기 45:마운팅홀더 45b:수용공간

46:스위블로드 46a:헤드부 46b:연장부

46d:와이어걸이 46e:지지턱 47:승강로드

47b:걸림턱 48:승강모터 48a:구동풀리

48d:인장와이어 49:멀티스펙트럴카메라 51:수직감지센서

53:록킹부 53a:캠구동모터 53c:가압캠

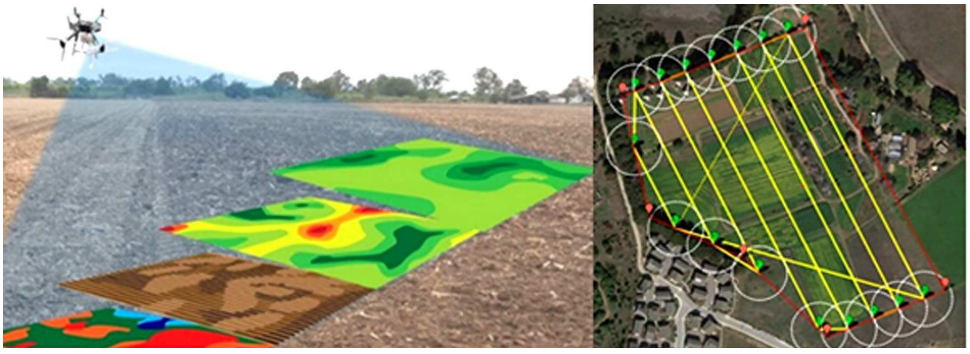
53e:마찰패드 61:드론제어부 63:통신부

65:정합부 67:분석부 69:데이터베이스

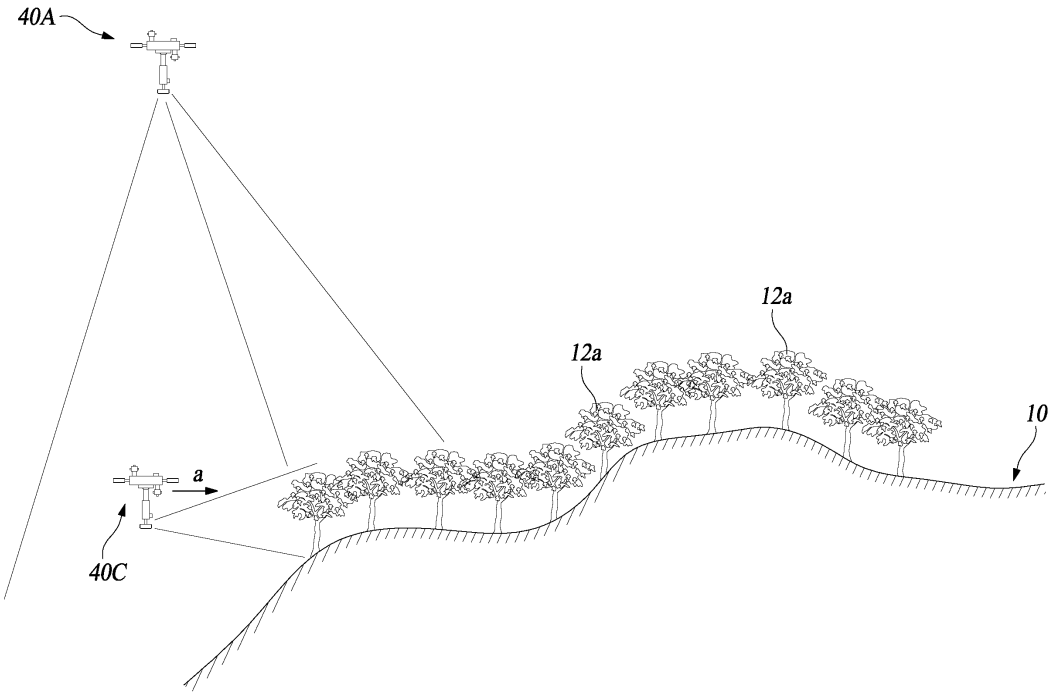
101:촬영영역 103:촬영영역 105:타겟영역

## 도면

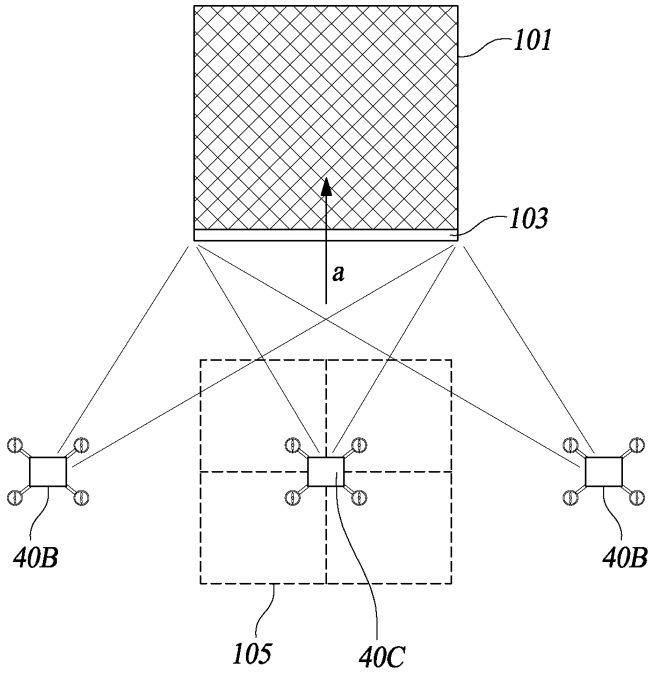
### 도면1



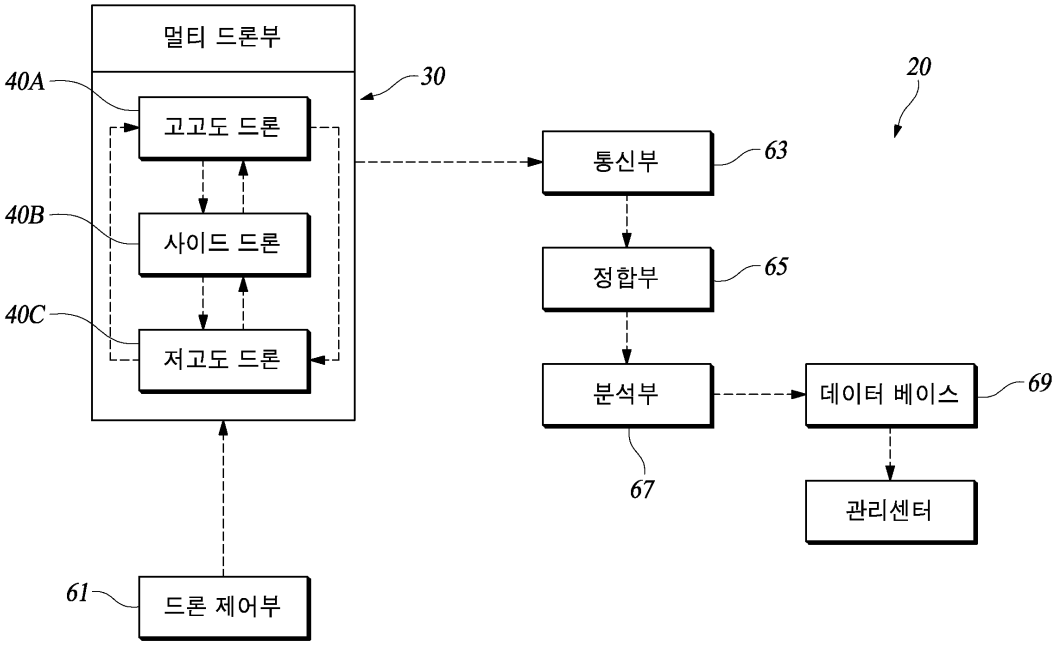
### 도면2



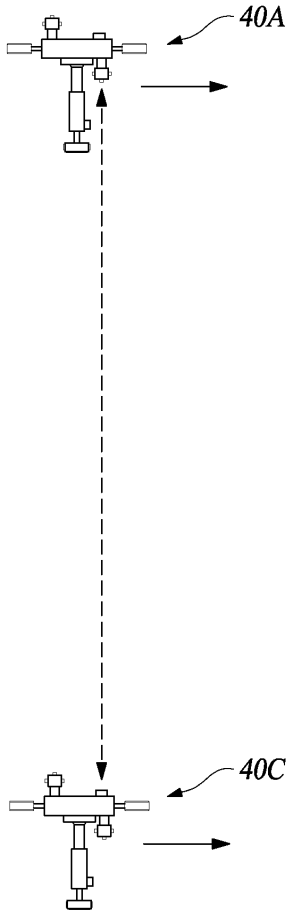
도면3


101
103
a
40B
40B
105
40C

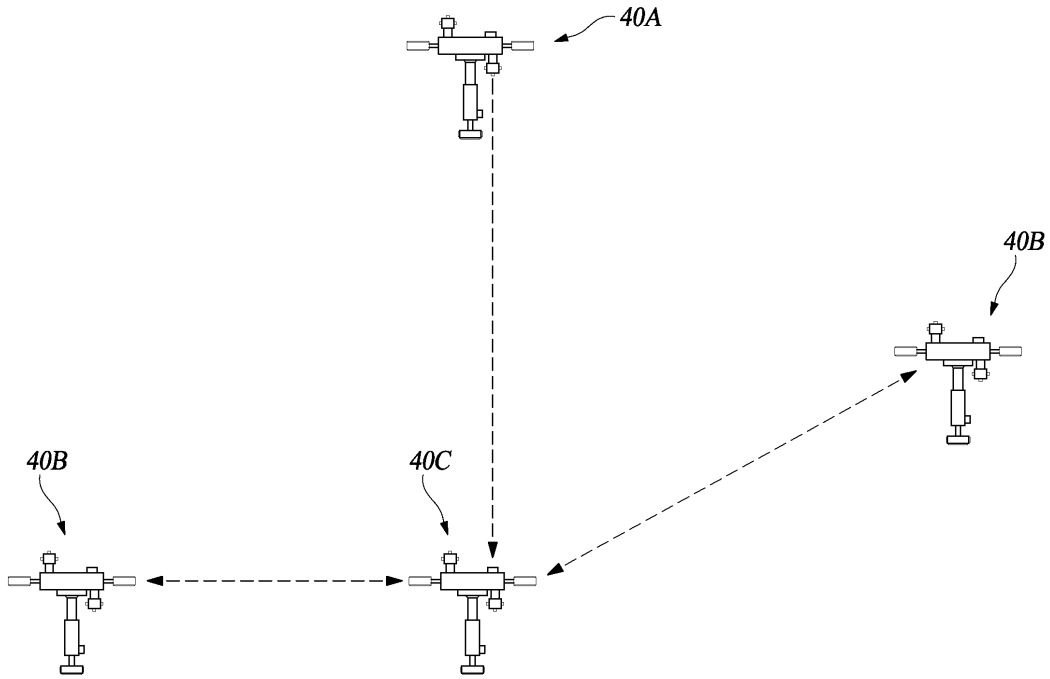
도면4


멀티 드론부
30
40A
고고도 드론
40B
사이드 드론
40C
저고도 드론
61
드론 제어부
20
통신부
63
정합부
65
분석부
67
데이터 베이스
69
관리센터

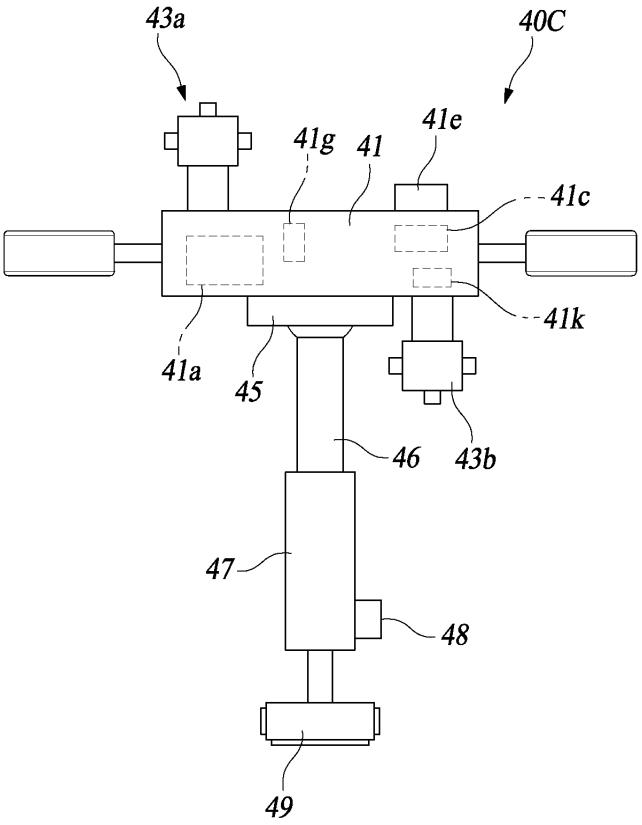
도면5



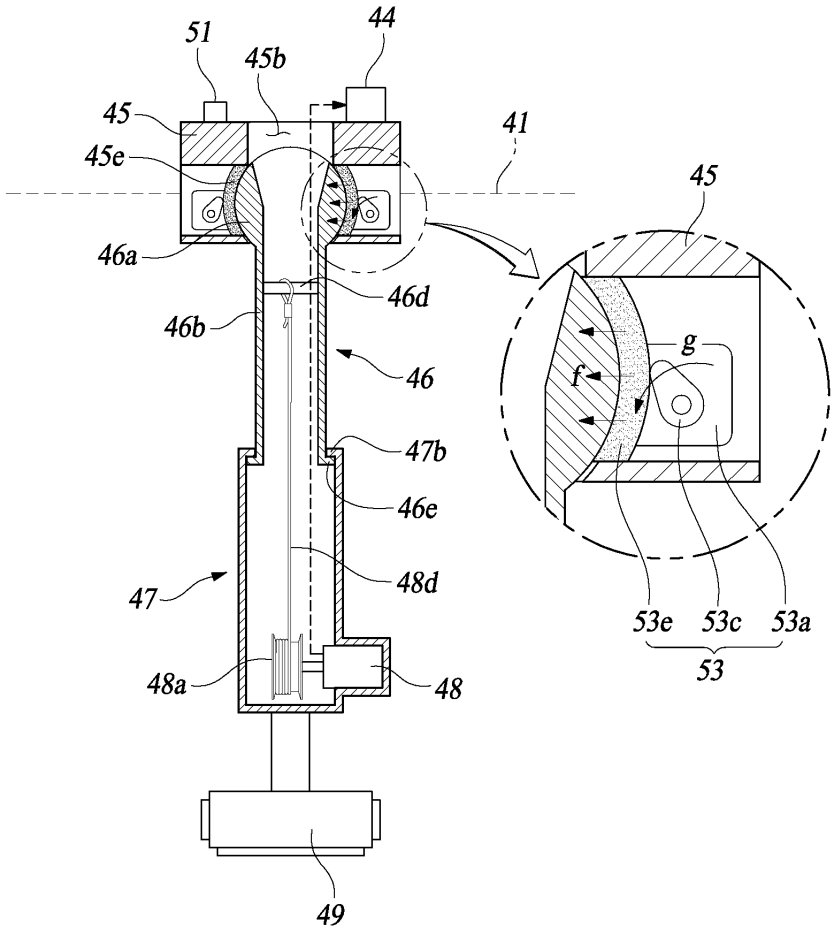

도면6



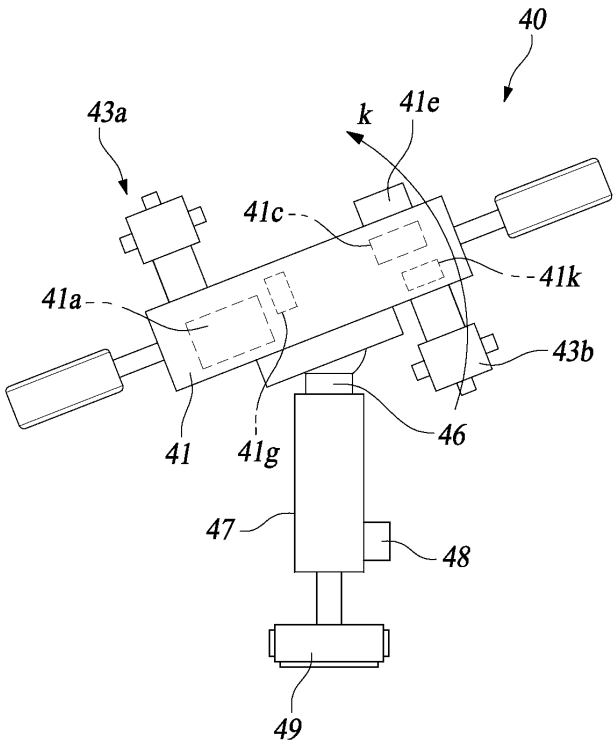
도면7



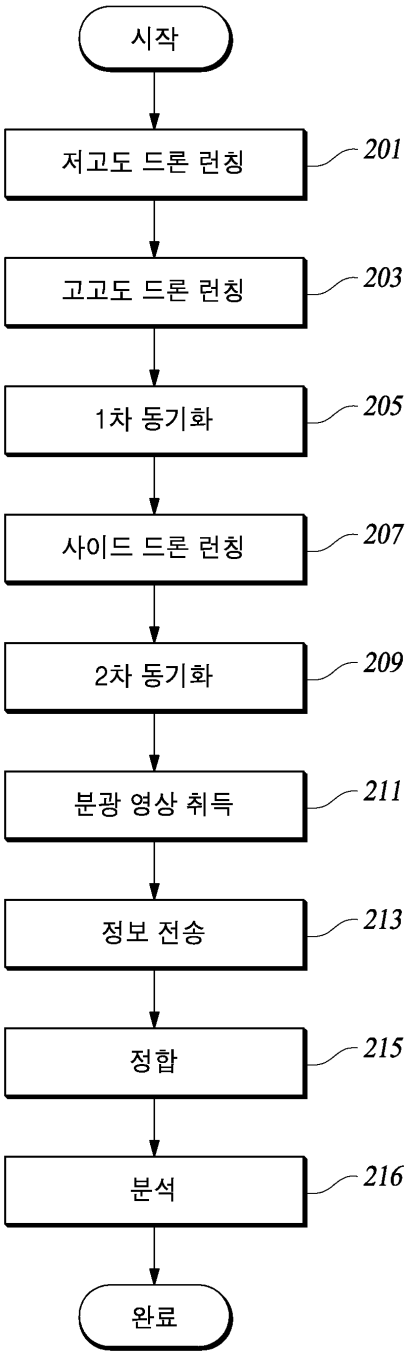
도면8


51
45b
44
45
41
45e
45
46a
46d
46b
46
g
f
47b
46e
47
48d
53e
53c
53a
53
48a
48
49

도면9


40
43a
k
41e
41c
41k
41a
43b
46
41
41g
47
48
49

도면10


시작
저고도 드론 런칭
201
고고도 드론 런칭
203
1차 동기화
205
사이드 드론 런칭
207
2차 동기화
209
분광 영상 취득
211
정보 전송
213
정합
215
분석
216
완료