

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **234716**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **429448**

(22) Data zgłoszenia: **01.04.2019**

(51) Int.Cl.
G01N 15/06 (2006.01)
B64C 27/08 (2006.01)
B64C 39/02 (2006.01)

(54) **Bezzałogowy statek powietrzny z różnicowym miernikiem zanieczyszczeń powietrza**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
12.08.2019 BUP 17/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.03.2020 WUP 03/20

(73) Uprawniony z patentu:
OPTIMUM – TYMIŃSKI I S-KA SPÓŁKA
JAWNA, Koprki, PL
UNIwersytet Wrocławski, Wrocław, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
DARIUSZ TYMIŃSKI, Czeczotki, PL
GRZEGORZ POLAK, Tomice, PL
MATEUSZ ZYCH, Karczew, PL
MARIUSZ KŁONICA, Lublin, PL
RADOSŁAW BIELAWSKI, Sulejówkę, PL
BOGDAN GREŃDA, Warszawa, PL
ANETTA DRZENIECKA-OSIADACZ, Wrocław, PL
TYMOTEUSZ SAWIŃSKI, Wrocław, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Adam Pawłowski

PL 234716 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest bezzałogowy statek powietrzny (tzw. dron) z różnicowym miernikiem zanieczyszczeń powietrza.

Monitoring powietrza atmosferycznego jest prowadzony za pomocą globalnej, krajowej, regionalnej i lokalnej sieci stacji pomiarowych oraz w laboratoriach mobilnych, w tym satelitarnych. Pozwala to na uzyskanie danych o stężeniach składników powietrza (np. ozon, CO₂) jak również jego zanieczyszczeń. Dodatkowo, na co dzień przeprowadza się rutynowe naziemne pomiary aktualnego stężenia zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego w celu bieżącej kontroli stopnia zanieczyszczenia powietrza oraz sygnalizowania zagrożeń w wypadku lokalnego wystąpienia stężeń przekraczających wartości dopuszczalne. Istotnymi źródłami zanieczyszczeń powietrza są wszelkie zakłady wykorzystujące proces spalania paliw kopalnych (np. elektrociepłownie), pojazdy spalinowe oraz gospodarstwa domowe ogrzewane piecami na paliwa kopalne. Przepisy dotyczące emisji są coraz bardziej rygorystyczne i w efekcie duże zakłady produkcyjne są zmuszone do stosowania odpowiednich filtrów lub są zmuszone do przeprowadzenia odpowiednich modernizacji. Podobnie koncerny samochodowe są zobligowane do wytwarzania pojazdów, które będą zgodne z obecnie obowiązującymi normami emisji. Jednak kontrola i egzekwowanie przestrzegania norm dotyczących wykorzystywanych materiałów do opalania w małych gospodarstwach domowych jest utrudnione. W związku z tym prowadzi się poszukiwania źródeł emisji kierując się wyglądem dymu z komina oraz węchem strażnika. Gdy występuje podejrzenie spalania niedozwolonych substancji, strażnik pobiera próbki popiołu – mogą one być dowodem w postępowaniu sądowym pozwalającym na ukaranie truciciela. Metoda jest dość zawodna, gdyż występuje spora doza subiektywizmu.

Innym sposobem pomiaru emisji zanieczyszczeń jest wykorzystanie statku powietrznego typu dron, który jest wyposażony w sondę podłączoną do miernika zanieczyszczeń. W celu określenia źródła emisji, konieczne jest zbliżenie drona do poszczególnych kominów, w celu pomiaru spalin. Taki sposób umożliwia szybkie przemieszczanie się pomiędzy potencjalnymi źródłami zanieczyszczeń oraz zbliżenie się do nich na niewielką odległość, dzięki czemu zazwyczaj uzyskane wyniki są dokładne i wiarygodne. Taki sposób dobrze się sprawdza we wskazywaniu komina, z którego następuje emisja. Natomiast w sytuacji, gdy w jednym kominie znajduje się kilka otworów dymowych (typowo w starych kamienicach, każde mieszkanie ma swój otwór dymowy) występuje trudność wskazania tego konkretnego otworu będącego emitentem zanieczyszczeń. Trudność wynika z powodu rozprzestrzeniania się zanieczyszczonego powietrza w pobliżu innych otworów dymowych i wynikające stąd porównywalne wskazania na wyświetlaczu.

Celowym byłoby opracowanie urządzenia do pomiaru zanieczyszczeń powietrza w postaci bezzałogowego statku powietrznego, które pozwalałyby na szybkie i precyzyjne określenie otworu dymowego będącego źródłem emisji zanieczyszczenia.

Przedmiotem wynalazku jest bezzałogowy statek powietrzny do pomiaru zanieczyszczeń powietrza, charakteryzujący się tym, że zawiera: pierwszą czerpnię i drugą czerpnię do pobierania powietrza; pierwszy czujnik do pomiaru zanieczyszczeń powietrza pobieranego przez pierwszą czerpnię i drugi czujnik do pomiaru zanieczyszczeń powietrza pobieranego przez drugą czerpnię; pierwszy układ pomiaru bezpośredniego, do którego wejścia jest przyłączone wyjście pierwszego czujnika i drugi układ pomiaru bezpośredniego, do którego wejścia jest przyłączone wyjście drugiego czujnika; układ pomiaru różnicowego, do którego wejść są przyłączone wyjście pierwszego czujnika i wyjście drugiego czujnika; wyświetlacz połączony z układami pomiaru do wyświetlania poziomów zanieczyszczeń zmierzonych przez układy pomiaru bezpośredniego i układ pomiaru różnicowego; przy czym czerpnie są zamontowane do spodu statku obrotowo względem osi pionowej.

Korzystnie, czerpnie są obrotowe w zakresie od 0 do co najmniej 90° w przeciwnych kierunkach względem siebie.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym:

Fig. 1 przedstawia schemat blokowy znanych urządzeń do pomiaru zanieczyszczeń powietrza;

Fig. 2 przedstawia przykład wskazań typowego wyświetlacza w znanych urządzeniach do pomiaru zanieczyszczeń powietrza;

Fig. 3a–3b przedstawiają schematycznie znany typ drona wielowirnikowego do pomiarów zanieczyszczenia powietrza;

Fig. 4 przedstawia schemat blokowy urządzenia do pomiaru zanieczyszczeń powietrza według wynalazku;

Fig. 5 przedstawia przykład wskazań wyświetlacza w urządzeniu do pomiaru zanieczyszczeń powietrza według wynalazku;

Fig. 6a–6b przedstawiają schematycznie urządzenie według wynalazku w postaci drona do wykrywania otworu dymowego z emisją;

Fig. 7a–7b przedstawiają schematycznie urządzenie według wynalazku w postaci drona w konfiguracji do wykrywania kierunku emisji zanieczyszczeń.

Fig. 1 przedstawia typowy schemat blokowy znanych urządzeń do pomiaru zanieczyszczeń powietrza. Składa się on z czujnika 110 zanieczyszczeń powietrza z czerpnią, układu pomiarowego 120 (który na podstawie sygnału z czujnika 110 generuje sygnał proporcjonalny do wielkości zmierzonego przez czujnik zanieczyszczenia) oraz ze wskaźnika 130 (na przykład w postaci wyświetlacza), który prezentuje informacje o zmierzonym poziomie zanieczyszczeń.

Fig. 2 przedstawia przykład wskazań typowego wyświetlacza 130 w znanych urządzeniach do pomiaru zanieczyszczeń powietrza. W pierwszej kolumnie 210 wyświetlana jest nazwa rodzaju zanieczyszczenia (przykładowo, PM 2,5; SO₂ czy HCl). Natomiast w drugiej kolumnie 220 wyświetlany jest zmierzony poziom danego rodzaju zanieczyszczenia wraz z jednostką określającą miano wyniku pomiaru. W sytuacji przekroczenia dopuszczalnego poziomu zanieczyszczenia wyniki pomiaru zwykle zmieniają kolor (przykładowo, z białego na czerwony), mogą też pulsować dla zwrócenia uwagi operatora.

Fig. 3a–3b przedstawiają schematycznie znany typ drona wielowirnikowego do pomiarów zanieczyszczenia powietrza. Do drona zamontowana jest trwale czerpnia 11, która doprowadza badane powietrze do czujnika 110 zainstalowanego w jego wnętrzu. Tamże znajduje się układ pomiarowy 120, który drogą radiową wysyła dane do wyświetlacza 130 znajdującego się w stacji kontroli obsługiwanej przez operatora. Korzystnie, do drona zamontowana jest także kamera 14, w której polu widzenia znajduje się czerpnia 11, a obraz z niej też jest przekazywany do stacji kontroli – dzięki temu operator wie gdzie dokładnie znajduje się dron i jaka jest pozycja czerpni względem potencjalnego komina z emisją.

Fig. 4 przedstawia schemat blokowy urządzenia do pomiaru zanieczyszczeń powietrza według wynalazku. Urządzenie zawiera dwa czujniki zanieczyszczeń 310, 350 z czerpnią powietrza, dwa układy pomiaru bezpośredniego 320, 360 (które na podstawie sygnału z czujników generują sygnał proporcjonalny do poziomu zmierzonych zanieczyszczeń przez dany czujnik) oraz wyświetlacz 330 do wyświetlania zmierzonego poziomu zanieczyszczeń i ewentualnie sygnalizator dźwiękowy. Korzystnie, urządzenie zawiera czujniki zanieczyszczeń stałych PM_{2,5} i/lub PM₁₀ i/lub czujniki zanieczyszczeń chemicznych HCl i/lub SO₂. Przykładowo, czerpnia powietrza może mieć długość 50 cm. Sygnał pomiarowy z każdego czujnika zanieczyszczeń 310, 350 jest podawany do odpowiadającego mu układu pomiaru bezpośredniego 320, 360, a także na wejście układu pomiaru różnicowego 340. Następnie wartości zanieczyszczenia z obu układów pomiaru bezpośredniego 320, 360 i układu pomiaru różnicowego 340 są przekazywane do wyświetlacza 330. Wyświetlacz wyświetla różnicę oraz wartości absolutne zanieczyszczeń na ekranie.

Układ pomiaru różnicowego 340 służy do generowania sygnału wskazującego na wielkość różnicy między poziomami sygnałów pomiarowych z obu czujników 310, 350. Zastosowanie układu pomiaru różnicowego 340, który jest odrębny względem układów pomiaru bezpośredniego 320, 360 umożliwia stosowanie w tym układzie innych parametrów pomiaru, przykładowo innej dokładności pomiaru, innych stałych czasowych itp.

Fig. 5 przedstawia przykład wskazań wyświetlacza według wynalazku. W pierwszej kolumnie 410 wyświetlana jest nazwa rodzaju zanieczyszczenia (przykładowo, PM 2,5; SO₂ czy HCl), w drugiej 420 i trzeciej 430 kolumnie wyświetlane są zmierzone poziomy danego rodzaju zanieczyszczenia z obu czujników (np. w drugiej kolumnie 420 wyświetlane są wartości (poziomy zanieczyszczenia) zmierzone przez pierwszy czujnik 310 a w trzeciej kolumnie wyświetlane są wartości zmierzone przez drugi czujnik 350), w czwartej kolumnie 440 wyświetlana jest różnica poziomów zanieczyszczeń z pierwszego i drugiego czujnika, a w piątej kolumnie 450 wyświetlana jest jednostka określająca miano wyniku pomiaru.

Fig. 6a–6b przedstawiają schematycznie urządzenie według wynalazku w postaci drona skonfigurowanego do wykrywania otworu dymowego z emisją. Do spodu 12 drona zamontowane są dwie czerpnie 31, 35 mające możliwość obrotu w płaszczyźnie poziomej, wokół osi pionowej. Czerpnie 31, 35 doprowadzają badane powietrze do czujników 310, 350 zainstalowanych w jego wnętrzu. Korzystnie, czerpnie 31, 35 mają możliwość obrotu w zakresie od 0 do co najmniej 90° w przeciwnych kierunkach względem siebie. Korzystnie, mechanizmy obracania czerpniami są napędzane serwomechanizmami,

które są sterowane zdalnie i niezależnie przez operatora drona. Układy pomiarowe 320, 360, 340 znajdujące się w dronie, wysyłają drogą radiową dane odebrane z czujników do wyświetlacza znajdującego się w stacji kontroli obsługiwanej przez operatora. Korzystnie, do drona zamontowana jest także kamera 37, w taki sposób, że czerpnie 31, 35 znajdują się w jej polu widzenia, a obraz z kamery jest przekazywany do stacji kontroli. Dzięki temu operator wie jaka jest aktualna lokalizacja drona oraz jakie są pozycje czerpni 31, 35 względem potencjalnego źródła emisji. Korzystnie, w celu wykrycia otworu dymowego w kominie z emisją wloty czerpni są rozstawione analogicznie tak, jak rozstawione są otwory dymowe na kominie – dzięki temu różnica wskazań pomiędzy czujnikami jest wyraźna i jednoznaczna (przy założeniu, że tylko jeden otwór dymowy w kominie emituje zanieczyszczenia, lub że poziom zanieczyszczeń emitowanych z tych otworów jest różny).

Fig. 7a–7b przedstawiają schematycznie urządzenie według wynalazku w postaci drona w konfiguracji do wykrywania kierunku źródła emisji. W tym przypadku wloty czerpni są rozstawione jak najdalej od siebie. Korzystnie, wloty czerpni 31, 35 wystają po przeciwnych stronach drona. W celu określenia kierunku źródła emisji, należy wykonać dronem pełny obrót w płaszczyźnie poziomej. W efekcie operator obserwując wyniki pomiarów może się zorientować, dla jakiego azymutu różnica wskazań z czujników 310, 350 jest największa. W tym położeniu czerpnia, z której wynik pomiaru jest większy wskazuje kierunek na źródło emisji.

Dzięki zastosowaniu dwóch czerpni 31, 35 powietrza z niezależnymi czujnikami 310, 350, przedstawione rozwiązanie umożliwia szybkie określenie kierunku źródła emisji. W szczególności, zdalne sterowanie położeniem czerpni umożliwia dostosowanie ich względnej pozycji bez potrzeby lądowania statkiem powietrznym, co pozwala na wiarygodne i dokładne określenie źródła emisji zanieczyszczeń, co jest istotne w przypadku, gdy potencjalne źródła emisji znajdują się blisko siebie (np. stanowią sąsiadujące ze sobą otwory w kominie).

Zastrzeżenia patentowe

1. Bezzałogowy statek powietrzny do pomiaru zanieczyszczeń powietrza, **znamienny tym**, że zawiera:
 - pierwszą czerpnię (31) i drugą czerpnię (35) do pobierania powietrza;
 - pierwszy czujnik (310) do pomiaru zanieczyszczeń powietrza pobieranego przez pierwszą czerpnię (31) i drugi czujnik (350) do pomiaru zanieczyszczeń powietrza pobieranego przez drugą czerpnię (35);
 - pierwszy układ pomiaru bezpośredniego (320), do którego wejścia jest przyłączone wyjście pierwszego czujnika (310) i drugi układ pomiaru bezpośredniego (360), do którego wejścia jest przyłączone wyjście drugiego czujnika (350);
 - układ pomiaru różnicowego (340), do którego wejść są przyłączone wyjście pierwszego czujnika (310) i wyjście drugiego czujnika (350);
 - wyświetlacz (330) połączony z układami pomiaru (320, 360, 340) do wyświetlania poziomów zanieczyszczeń zmierzonych przez układy pomiaru bezpośredniego (320, 360) i układ pomiaru różnicowego (340);
 - przy czym czerpnie (31, 35) są zamontowane do spodu (12) statku obrotowo względem osi pionowej.
2. Bezzałogowy statek powietrzny według zastrz. 1, w którym czerpnie (31, 35) są obrotowe w zakresie od 0 do co najmniej 90° w przeciwnych kierunkach względem siebie.

Rysunki

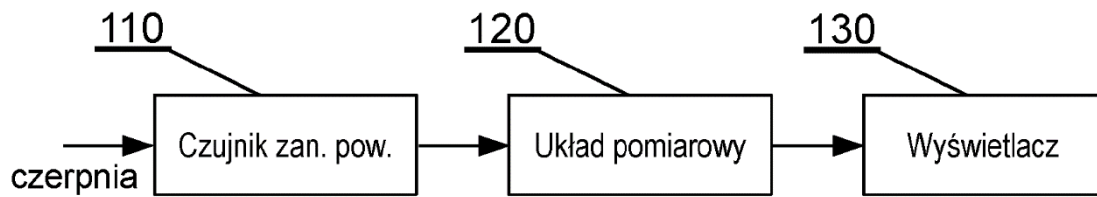


Fig. 1

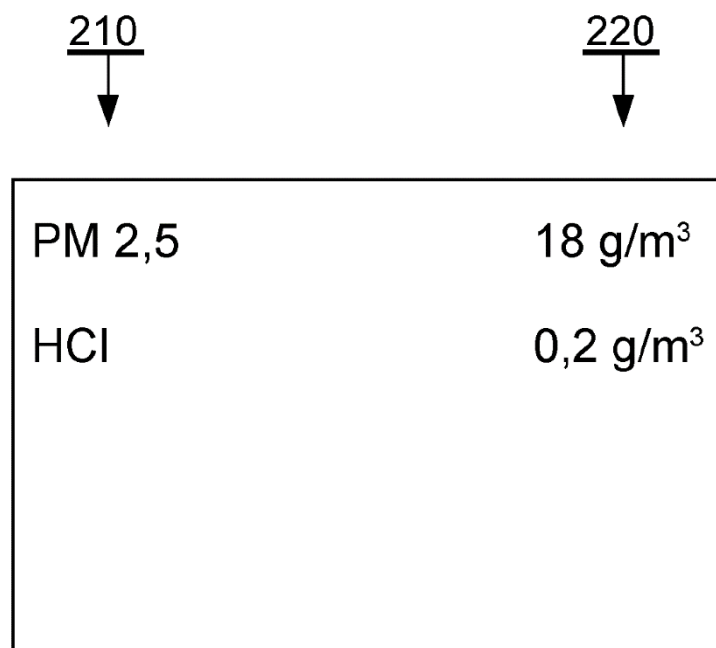


Fig. 2

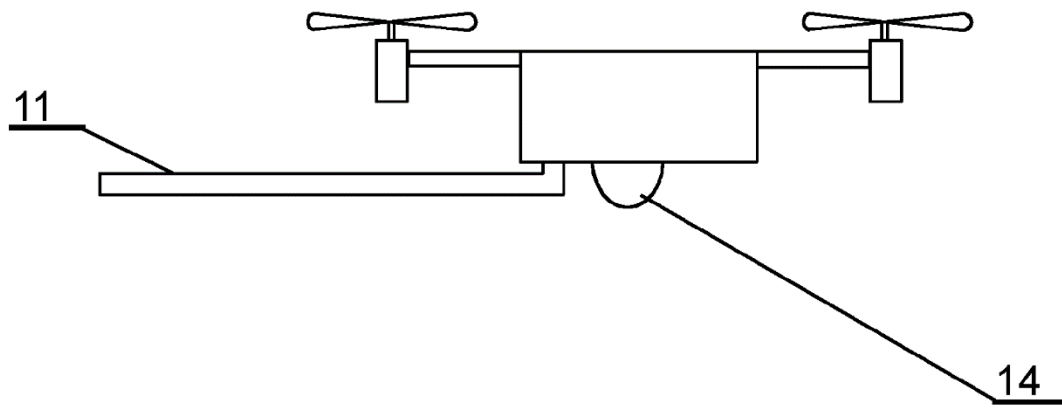


Fig. 3a

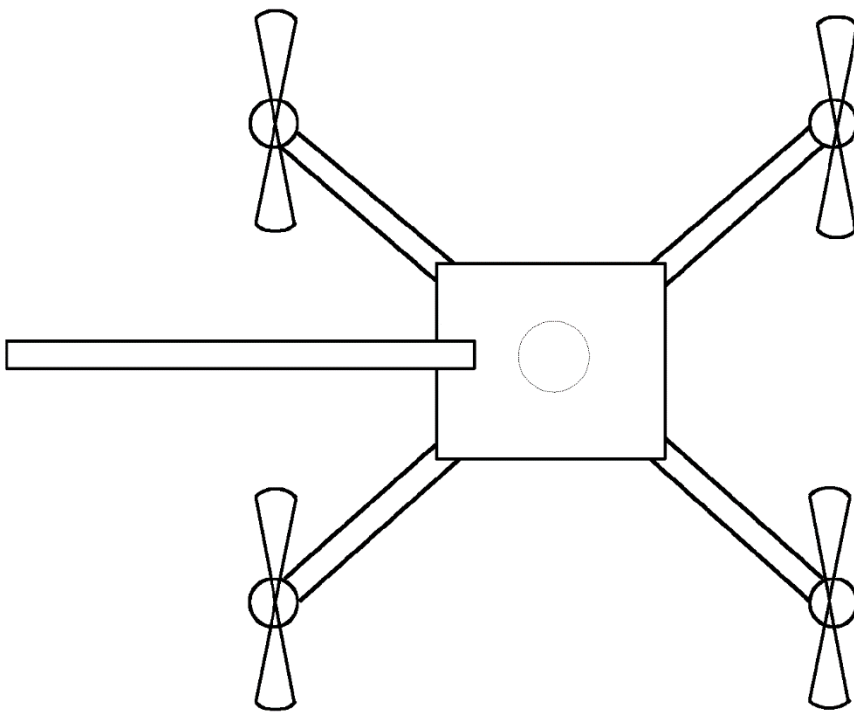


Fig. 3b

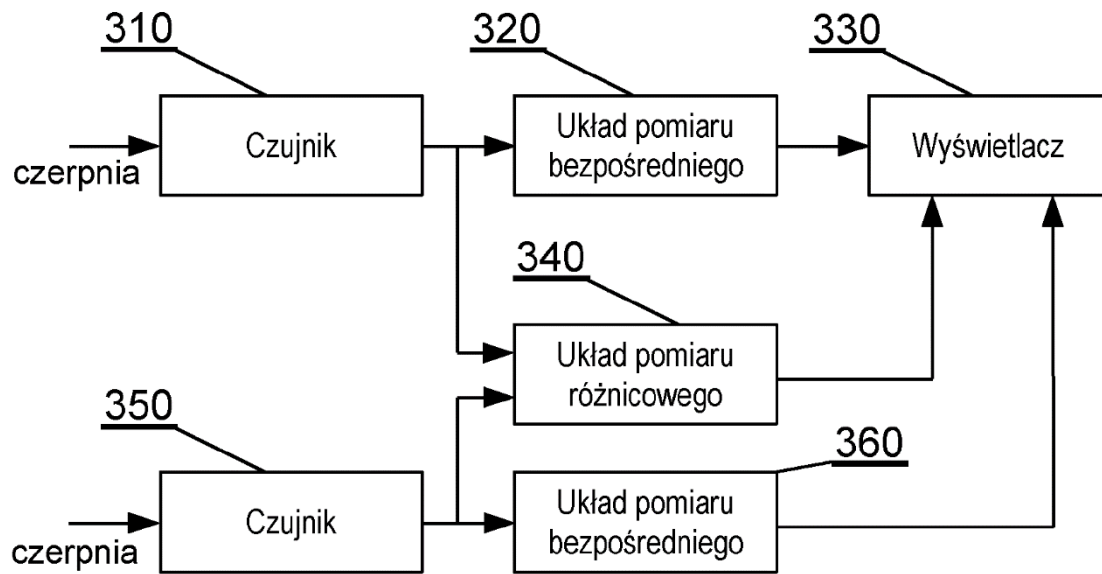


Fig. 4

<u>410</u>	<u>420</u>	<u>430</u>	<u>440</u>	<u>450</u>
↓	↓	↓	↓	↓
PM 2,5	18,6	18,0	0,6 g/m ³	
HCl	0,0	0,0	0,0 g/m ³	

Fig. 5

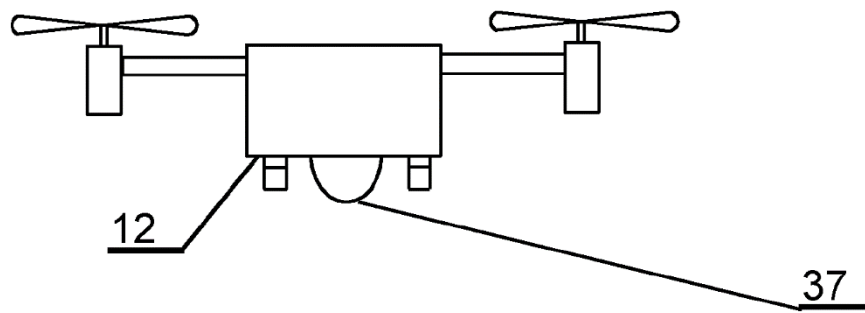


Fig. 6a

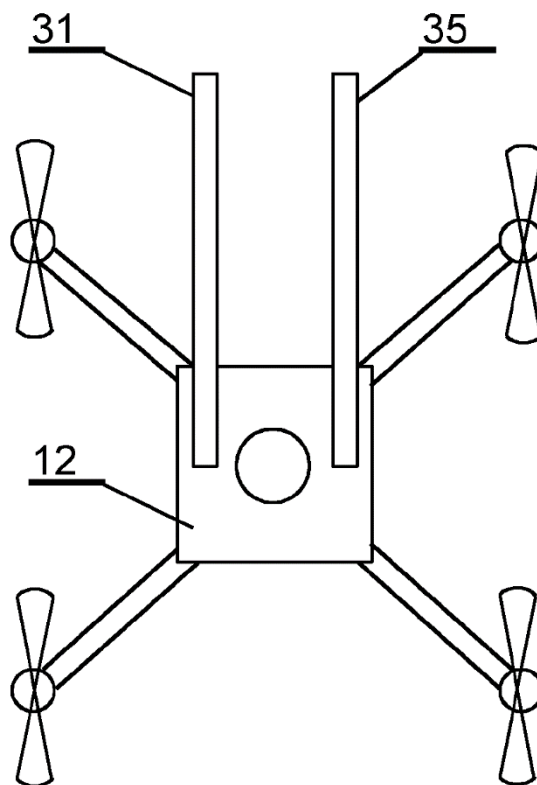


Fig. 6b

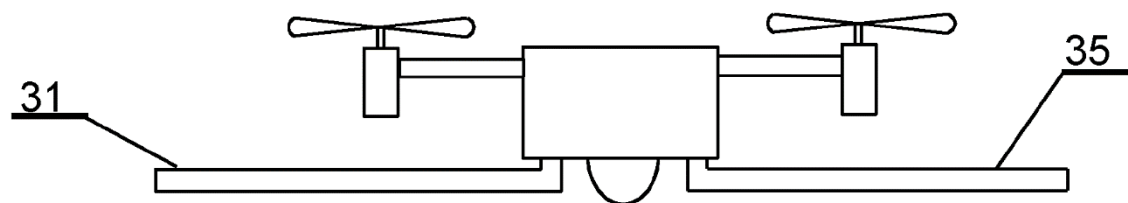


Fig. 7a

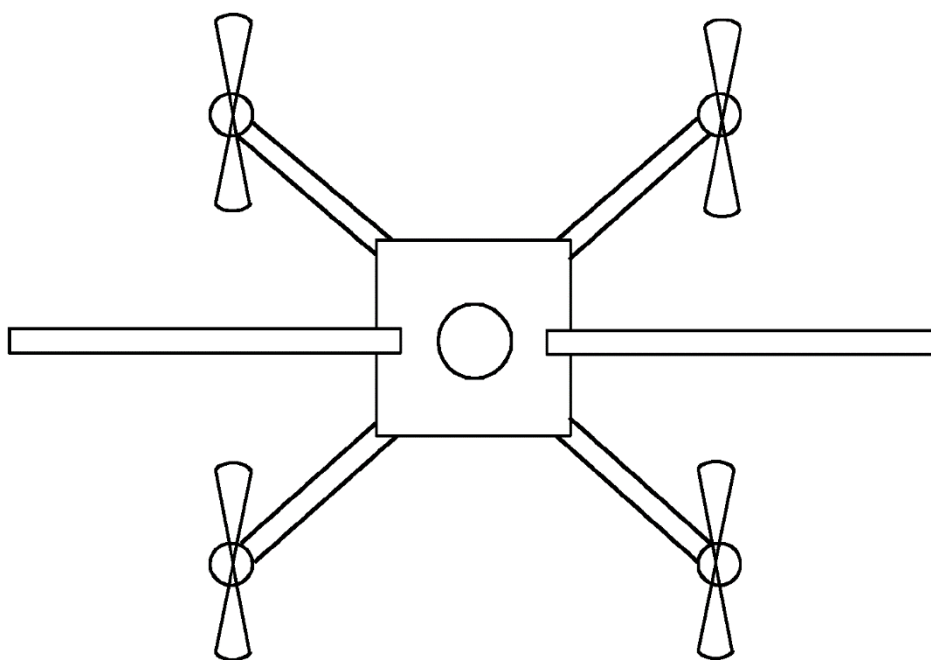


Fig. 7b