

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. September 2020 (24.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/187437 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B64C 39/02 (2006.01) *G06Q 10/08* (2012.01)
F24F 11/49 (2018.01) *G05B 19/418* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/082548

(22) Internationales Anmeldedatum:

26. November 2019 (26.11.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2019 106 945.9

19. März 2019 (19.03.2019) DE

(71) Anmelder: **EBM-PAPST Mulfingen GmbH & Co. KG** [DE/DE]; Bachmühle 2, 74673 Mulfingen (DE).

(72) Erfinder: **WYSTUP, Ralph**; Brühlsteige 47, 74653 Künzelsau (DE). **HUMM, Markus**; Hofstraße 29, 74679 Weiß-

bach (DE). **RAU, Alexander**; Wickenstraße 26, 74211 Leingarten (DE).

(74) **Anwalt: WENDELS, Stefan**; Staeger & Sperling Partnerschaftsgesellschaft mbB, Sonnenstr. 19, 80331 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) **Title:** POSITIONING SYSTEM AND METHOD FOR DETERMINING THE POSITION OF FANS

(54) **Bezeichnung:** POSITIONSBESTIMMUNGSSYSTEM UND VERFAHREN ZUR POSITIONSBESTIMMUNG VON VENTILATOREN

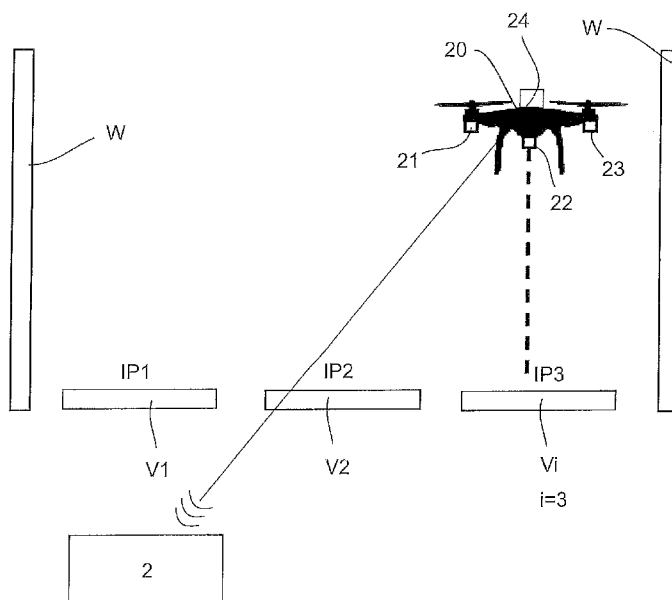


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a positioning system and a method for determining the relative position of n fans (V1, V2,... Vn) in a space within a common network by means of a flying object, in particular a quadcopter or drone.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Positionsbestimmungssystem und ein Verfahren zur Positionsbestimmung der relativen Position von n Ventilatoren (V1, V2,..., Vn) in einem Raum innerhalb eines gemeinsamen Netzwerks mit Hilfe eines Flugkörpers, insbesondere eines Quadrocopters oder einer Drohne.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2020/187437 A1

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Positionsbestimmungssystem und Verfahren zur Positionsbestimmung von Ventilatoren

Die Erfindung betrifft ein Positionsbestimmungssystem und ein Verfahren zur Positionsbestimmung von Ventilatoren.

Es ist erforderlich, die Position von Ventilatoren die im Reinraum innerhalb eines Netzwerks eingebaut sind, zu bestimmen, um diese zum Beispiel auf einem Raum-Plan darstellen zu können.

In Gebäuden kommen so genannte Filter Fan Units oder auch FFU's oder FVE (Filter-Ventilator-Einheit) bezeichnete Module zum Einsatz. Ein solches Modul, besteht typischerweise aus einem Ventilator und einem Filter, das die

Luft von oben ansaugt und durch den Filter in den Raum einbläst. Ziel ist es, damit die Umluft permanent zu filtern. Auf der Austrittsseite wird der Luftstrom wahlweise turbulent oder laminar geführt. Bei der laminaren Variante werden durch Luftleitbleche die Luftströme parallelisiert. Dadurch entsteht ein vertikaler Luftstrom von der FFU bis zum Boden des Raumes.

Filter Fan Units finden sich hauptsächlich in Deckensystemen von Rein- und Reinräumen, wie sie in der Halbleiterproduktion, der Mikrosystemindustrie, der Pharma- oder der Lebensmittelbranche zu finden sind. In der Reinraumdecke wird typischerweise eine größere Anzahl von Filter Fan Units (FFU) aufgeteilt in Reihen und Spalten installiert. Jede FFU ist für einen bestimmten Abschnitt des Reinraumes zuständig. Jede FFU kann dabei einzeln über einen Zentralrechner gesteuert werden. Dieses Prinzip erlaubt es, für jeden von einer FFU versorgten Abschnitt des Reinraumes individuelle Sollwerte für Temperatur und Luftströmung (Drehzahl des Ventilators) vorzugeben. Eine FFU, die sich über einer wärmeerzeugenden Maschine befindet, wird zum Beispiel etwas stärker gekühlte Luft abgeben. Auf diese Weise werden im gesamten Reinraum ein gleichmäßiger Temperaturgradient und eine gleichmäßige Luftströmung erzeugt. Zugleich verringert sich der Energieaufwand. Hierzu werden allerdings die genauen Positionen der Ventilatoren im Netzwerk benötigt, um diese in einem Ventilatoren-Plan in einem Raum-Plan darzustellen, bei der Steuerung ansprechen zu können, im Fehlerfall die Position einfach bestimmen zu können und dadurch den Überwachungs- und Wartungsaufwand zu reduzieren.

Es gibt im Stand der Technik bereits verschiedene Vorgehensweisen, um eine solche Positionsbestimmung und die Darstellung der ermittelten Positionen der Ventilatoren bzw. FFU's in einen Raum-Plan, insbesondere einem räumlichen Netzwerkplan, vorzunehmen oder dahin zu übertragen. Traditionell wird ein räumlicher Netzwerkplan mit Verkabelungsplan erstellt und werden die Ventilatoren bereits im digitalen Raum-Plan eingezeichnet und müssen dann in der angegebenen Reihenfolge montiert und angeschlossen werden, was ver-

gleichsweise aufwändig ist, da bei der Montage immer sicherzustellen ist, dass der Ventilator mit einer vorgegebenen Netzwerkadresse an die korrekte Position montiert wird.

Alternativ ist im Stand der Technik vorgesehen die Position jedes Ventilators mittels GPS-Technik zu ermitteln und die GPS-Position an ein Datenregister im Ventilator zu übertragen. Hierzu muss allerdings die Steuerung so ausgebildet werden, dass diese die Netzwerkadressen und zu jeder Netzwerkadresse dessen Position aus dem Register auslesen kann, um die Position in einen Raum-Plan zu übertragen.

Denkbar ist es auch, eine auslesbare Adressierung in Form eines Adressaufklebers oder Barcodes in alphanumerischer Darstellung am Gerät vorzusehen. Nach dem Einbau eines jeweiligen Ventilators (bzw. FFU) wird der passende Aufkleber mit der angegebenen, vorbestimmten Position auf die Ventilatoren bzw. FFU geklebt und dann gescannt. Dies birgt insbesondere bei einer höheren Anzahl von Ventilatoren das Risiko, dass fehlerhafte Zuordnungen erfolgen und die Korrektur aufwändige Maßnahmen erfordert, um die fehlerhaften Zuordnungen zu detektieren.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, vorhergesagte Nachteile zu überwinden und ein optimiertes und verbessertes Verfahren sowie eine entsprechende Vorrichtung zur Bestimmung der Position von Ventilatoren, insbesondere in einem Raum angeordneten Ventilatoren anzugeben.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß ist dazu ein Positionsbestimmungssystem zur Positionsbestimmung der relativen Position von n Ventilatoren (insbesondere in einem Raum) innerhalb eines gemeinsamen Netzwerks vorgesehen, umfassend einen Zentralrechner zur Steuerung der Ventilatoren, einen Flugkörper mit einer Flug-

steuerungsvorrichtung und einem Ortungssystem zum Detektieren einer Funktion „F“ der Ventilatoren, deren Position bestimmt werden soll, wobei diese Funktion „F“ von dem Zentralrechner nach einem vorgegebenen Steuerungsprogramm selektiv für jeweils einen Ventilator mit einer bestimmten Netzwerkadresse aktiviert werden kann, mit einer Positionsbestimmungseinrichtung zur Erfassung der Position des Ventilators der detektiert wurde und mit einer Kommunikationseinrichtung zum Datenaustausch von Ventilatordaten mittels drahtloser Datenkommunikation zwischen dem Flugkörper und dem Zentralrechner, wobei die Flugsteuerungsvorrichtung des Flugkörpers derart konfiguriert ist, autonom nach einem Startbefehl einer zumindest teilweise vordefinierten Flugbahn zu folgen, um bei Detektion desjenigen Ventilators dessen Funktion „F“ gerade selektiv aktiviert wurde, die von der Positionsbestimmungseinrichtung entsprechend erfasste Position (Positionsdaten) dieses Ventilators an den Zentralrechner zu übermitteln, der die Position der Netzwerkadresse dieses Ventilators zuordnet.

Im Folgenden wird das prinzipielle Konzept der Erfindung beschrieben. Ein Element des erfindungsgemäßen Positionsbestimmungssystems ist ein Flugkörper, insbesondere eine Drohne bzw. eine Schwebef Plattform. Hierzu eignen sich zum Beispiel Quadrocopter oder andere in einem Raum oder Gebäude manövrierfähige Flugkörper. Dabei ist vorgesehen, dass der Flugkörper wenigstens seine relative oder alternativ seine absolute Position innerhalb des Gebäudes oder Reinraumes selbständig bestimmen kann. Der Flugkörper wird mit einer vom Zentralrechner ansteuerbaren Funksteuereinrichtung zur Steuerung dessen Flugverhaltens im Raum ausgebildet.

Besonders hilfreich ist es, wenn die Steuerung des Flugkörpers oder Quadrocopters so ausgebildet ist, dass eine Kollisionserkennung vorgesehen ist und der Flugkörper autonom fliegen kann. Die Positionsbestimmung des Flugkörpers kann dabei über bekannte Techniken, wie z. B. mittels GPS, Glonass, Galileo, Baidu-Signalen erfolgen.

Ganz aktuell wird die nächste Version des bisher verbreiteten Bluetooth Standards realisiert. Die Bluetooth Special Interest Group (SIG) hat die Spezifikationen für Bluetooth 5.1 veröffentlicht und ein neues Detail macht den neuen Standard besonders interessant. Die so genannte Funktion "Direction Finding" erlaubt es, Objekte, die ein Bluetooth-Signal aussenden, im Raum zentimetergenau zu orten. Bereits mit der Vorgängerversion war es möglich, etwa anhand der Signalstärke die ungefähre Entfernung zu einem Kommunikationspartner zu bestimmen.

Die Funktion "Direction Finding" misst jetzt aber nicht nur die Entfernung viel genauer, sondern erkennt auch, aus welcher Richtung das Signal kommt. Zur Positionsbestimmung kommen zwei verschiedene Dienste zum Einsatz: Real Time Location Services (RTLS) und Indoor Positioning Systems (IPS). Dabei wird das Verfahren der Triangulation genutzt, für das drei Bluetooth-Elemente erforderlich sind. Von zwei Punkten aus, deren Abstand bekannt ist, kann ein dritter Punkt per Winkelmessung genau im Raum lokalisiert werden. Die Genauigkeit liegt ohne Direction Finding bei ein bis zehn Metern, die neue Technologie erlaubt laut SIG zentimetergenaue Ortungen

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird dazu jeder Ventilator bzw. jede FFU mit einem entsprechenden Bluetooth 5.1 - Low Energy Beacon (Funksender) ausgestattet. Diese Sender ist dazu in der Lage die Funktionen RTLS und IPS auszuführen und damit die "Direction Finding" des Bluetooth 5.1 Standards zu verwenden.

Erfindungsgemäß ist dazu vorgesehen, dass der Flugkörper eine Mehrzahl an Funkantennen an unterschiedlichen Positionen des Flugkörpers aufweist, insbesondere eine Mehrzahl an Empfangsantennen aufweist, um dadurch die Richtung eines empfangenen Funksignals noch genauer bestimmen zu können und somit die Positionsgenauigkeit weiter zu verbessern.

Für den Anwendungsfall, dass alle FFUs in einem Raster angeordnet sind,

könnte die Flugsteuerungssoftware bereits eine Rasterinformation enthalten, um dadurch einfacher eine Zuordnung im Raster vorzunehmen und eine Visualisierung schneller und eindeutig zu realisieren.

Ferner ist mit Vorteil vorgesehen, dass eine Erkennungsabfrage in der Software vorgesehen ist, die dazu in der Lage ist zu erkennen, welche Ventilatoren mit einem Bluetooth 5.1 Sender ausgestattet sind.

Außerdem hat der Flugkörper eine, vorzugsweise unmittelbar nach unten d. h. in Richtung des Bodens gerichtete Kamera und eine Funkeinheit zur Funkverbindung mit einem Zentralrechner des Positionsbestimmungssystems der Reinraumanlage oder der Kälte/Klima-Anlage. Der Zentralrechner ist dabei diejenige Einrichtung in dem System, die die Funktion als zentraler Leitrechner und zentrale Steuerung übernimmt.

In einer alternativen Ausführungsform könnte das erfindungsgemäße Verfahren auch außerhalb eines Gebäudes oder Raumes, somit im Outdoor-Bereich, wie zum Beispiel auf einem Dach angewandt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die detektierende Funktion „F“ das Drehen des jeweiligen aktivierten Ventilators mit einer bestimmten Drehzahl ist. Der Zentralrechner kann hierzu den Ventilator mit einer bestimmten Netzwerkadresse ansteuern und diesen zum Drehen aktivieren, insbesondere mit einer vordefinierten (gut von einer Kamera als Bewegung erfassbaren) Drehzahl.

Weiter vorteilhaft ist eine Ausführungsform, bei der das Ortungssystem eine optische Erfassungseinrichtung, vorzugsweise eine Kamera umfasst, die so ausgerichtet oder ausrichtbar ist, dass diese das Drehen bzw. die Bewegung eines jeweils in der Funktion „F“ aktivierten Ventilators optisch erfassen kann. Wenn alle Ventilatoren am Boden sind, kann die Kamera einfach nach unten ausgerichtet sein.

Denkbar wäre es eine LED blinken zu lassen, die vom Zentralrechner aktiviert wird.

Der Zentralrechner lässt nun der Reihe nach je einen der Ventilatoren anlaufen und teilt dem Flugkörper drahtlos mit, welche Netzwerkadresse dieser Ventilator hat. Der Flugkörper fliegt systematisch die Anlage oder den Raum nach einem Flugmuster ab und erkennt mittels der optischen Erfassungseinrichtung, wie z. B. einer Kamera, welches der sich drehende Ventilator ist. Sobald er diesen geortet hat, erfasst die Positionserfassungseinrichtung dessen Position und sendet per Datenrückmeldung die Position dieses Ventilators an den Zentralrechner. Dieser Vorgang wird sukzessive für jeweils einen weiteren noch nicht in der Position erfassten Ventilator wiederholt, bis die Positionen aller Ventilatoren bestimmt sind.

Da nur jeweils ein Ventilator von der Steuerung zur Drehung aktiviert wird und alle weiteren Ventilatoren eine Funktion besitzen, die dafür sorgt, dass der Ventilator bei nicht Vorliegen eines Ansteuer-Sollwertes auch wirklich still steht, kann der Flugkörper sicher erkennen, welcher Ventilator der drehende ist.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist das Positionsbestimmungssystem ferner eine Einrichtung zur Visualisierung der erfassten räumlichen Positionen in einem Raum-Plan auf. Der Zentralrechner kann dann den entsprechenden Ventilator auf dem Raum-Plan optisch hervorheben.

Der Zentralrechner nutzt die erhaltene Positionsangabe um eine graphische Repräsentation des Ventilators in einem Raum Plan platzieren zu können und über die bekannte Netzwerkadresse kann diese Position auch in den Ventilator geschrieben werden, damit zum Beispiel bei einem Komplettausfall des Zentralrechners diese Positionsangaben direkt aus den Speichern der Ventilatoren gelesen werden können. Außerdem kann die Steuerung bzw. der Leitreechner die relative Positionsangabe in eine absolute Positionsangabe umwandeln, sobald dem Zentralrechner die absolute Position eines Punktes der Anlage mitge-

teilt wurde.

In einer alternativen oder ergänzenden Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das Ortungssystem eine akustische Empfangseinrichtung, vorzugsweise wenigstens ein Mikrophon umfasst, das so ausgerichtet oder ausrichtbar ist, dass dieses ein Drehen eines jeweils in der Funktion „F“ aktivierten Ventilators akustisch erfassen kann.

Das systematische Abfliegen der Ventilatoren auf der Suche nach dem drehenden Gerät kann hierdurch optimiert werden, indem man am Flugkörper mehrere Mikrophone montiert, mit deren Hilfe die Richtung der Geräusche des laufenden Ventilators erfasst wird. Alternativ installiert man nur ein einziges Mikrophon und fliegt von einer bestimmten Position ausgehend los und erfasst die Lautstärkeänderung somit die Änderung des Schalldruckpegels des sich drehenden Ventilators.

Aus den Flugbahnen und den erfassten Schalldruckpegelkurven, lässt sich mit Hilfe eines Auswertalgorithmus in Bezug auf hinterlegte Referenzwerte des Schalldruckpegels die Position des sich drehenden Ventilators ermitteln.

Eine weitere Optimierung der Positionsbestimmung mittels Geräuscherfassung kann dadurch erfolgen, dass man den jeweiligen Ventilator beim Starten in einen normalerweise ungewünschten Betriebszustand bringt, der zum Beispiel zu einem pfeifenden Kommutierungsgeräusch (auch als „PWM-Pfeifen“ bekannt) führt. Nun kann man frequenzabhängig (insbesondere über Filtereinrichtungen) das Signal/Rauschverhältnis verbessern und gezielt nach dem Geräusch im Bereich der Frequenz des „PWM-Pfeifens“ suchen.

Grundsätzlich kann auch vorgesehen sein, dass nach dem Erfassen einer Positionsangabe dieses Ventilators der ungewünschte Betriebszustand automatisch durch ein Steuersignal abgestellt wird.

Statt der Verwendung einer optischen Erfassungseinrichtung, wie zum Beispiel einer nach unten gerichteten Kamera, könnte die Drehbewegung des aktivierten Ventilators auch mittels eines Messstreifens erfolgen, der zuvor an den Rotorflügel der Ventilatoren angebracht wurde. Mittels eines Laserstrahls könnte dann eine Auswertung mit herkömmlichen optischen Auswerteeinrichtungen erfolgen. Eine weitere Alternative für ein an dem Flugkörper angebrachtes Ortungssystem könnte eine Ultraschallortung mit Hilfe eines Ultraschall-Transceivers sein, der Ultraschallsignale aussenden und die Antwortfunktion mit einem Ultraschallsensor empfangen kann.

Eine andere Variante dieses Verfahrens wäre, dass die aktivierbare Funktion „F“ nicht das Laufen eines Ventilators, sondern das Blinken einer LED wäre: Würde der Flugkörper bzw. Quadrocopter im vorzugsweise abgedunkelten Raum fliegen, könnte er das Leuchten einer LED besonders gut detektieren. Zur Ortung käme dann ein Lichtsensor zur Anwendung. Hier würde die Verwendung mehrere Lichtsensoren so gewählt werden, dass sich eine bessere Richtungsbestimmung durch die Drohne vornehmen lässt und dadurch eine grobe Richtung bzw. Positionsbestimmung der zu detektierenden FFU dadurch erfolgen kann.

Mit Vorteil besitzt der Flugkörper zwecks Kollisionsvermeidung mit Wänden und Stützpfeilern entsprechende Sensoren. Außerdem könnte die Ventilatoreinheit einen Infrarot-Empfänger und der Flugkörper einen IR-Sender haben, um eine Kommunikation zwischen den beiden zu ermöglichen und insbesondere die erfasste Position an den „selektieren“ Ventilator zu übergeben. Alternativ wäre auch eine RFID Technik denkbar.

Der Ventilator oder die FFU könnte über eine spezielle, vom Flugkörper ebenfalls zu detektierende Blinksequenz das Ende des Positionsbestimmungsverfahrens mitteilen.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Positi-

onsbestimmung der relativen Position von n Ventilatoren.

Erfindungsgemäß werden dazu die folgenden Schritte vorgeschlagen:

- a. Aktivieren einer vom Ortungssystem des Flugkörpers detektierbaren Funktion jeweils eines Ventilators dessen Position bestimmt werden soll mittels des Zentralrechners,
- b. Übermittlung der Netzwerkadresse desjenigen Ventilators dessen Funktion gerade aktiviert wurde;
- c. systematisches Abfliegen der Ventilatoren nach einem bestimmten Flugmusters mittels der Flugsteuerungsvorrichtung bis der Flugkörper mit dem Ortungssystem den in der Funktion aktivierten Ventilator detektiert hat;
- d. sobald der Ventilator geortet wurde, wird dessen Position mit der Positionserfassungseinrichtung erfasst und wird die Position dieses Ventilators an den Zentralrechner übermittelt;
- e. wiederholen der Schritte a) bis e) sukzessive für jeweils einen weiteren noch nicht in der Position erfassten Ventilator, bis die Positionen aller Ventilatoren bestimmt sind.

Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figur näher dargestellt.

Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines beispielhaften Positionsbestimmungssystem.

Im Folgenden wird die Erfindung mit Bezug auf die Figur 1 näher erläutert. Diese zeigt ein Positionsbestimmungssystem zur Positionsbestimmung der relativen Position von beispielhaften Ventilatoren V1, V2, ..., Vn (hier beispielhaft mit n=3) in einem Raum mit Wänden W.

Dabei sind die Ventilatoren V1, V2, V3 zusammen mit einem Zentralrechner 2 innerhalb eines gemeinsamen Netzwerks angeordnet. Der Zentralrechner 2 dient unter anderem der Steuerung der Ventilatoren als auch anderer steuertechnischer Aufgaben im Netzwerk, wie die der Aktivierung von Funktionen F der Ventilatoren, wie zum Beispiel dem Starten und Stoppen der Ventilatoren V1, V2, V3.

Ferner umfasst das Positionsbestimmungssystem einen Flugkörper 20, der in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Quadrocopter ist.

Der Quadrocopter 20 besitzt eine Flugsteuerungsvorrichtung 21 und ein Ortungssystem 22 zum Detektieren der Funktion F des gerade aktivierten Ventilators Vi (hier V3).

Ferner besitzt der Quadrocopter 20 eine Positionsbestimmungseinrichtung 23 zur Erfassung der Position des Ventilators der gerade selektiv aktiviert wurde. Darüber hinaus ist eine Kommunikationseinrichtung 24 zum Datenaustausch von Ventilatordaten mittels drahtloser Datenkommunikation zwischen dem Quadrocopter 20 und dem Zentralrechner 2 vorgesehen.

Die Flugsteuerungsvorrichtung 21 des Flugkörpers 20 ist so konfiguriert, dass der Quadrocopter 20 autonom nach einem Startbefehl einer zumindest teilweise vordefinierten Flugbahn folgt, um bei Detektion des Ventilators V3, dessen Funktion F gerade selektiv aktiviert wurde, dessen von der Positionsbestimmungseinrichtung 23 erfasste Position an den Zentralrechner 2 zu übermitteln.

Der Zentralrechner 2 weist ein Zuweisungsregister auf, in dem die Position jedes der Netzwerkadressen IP1, IP2, IP3 den entsprechenden Ventilatoren V1, V2, V3 zugeordnet werden. Die Ventilatoren können dann in einer nicht gezeigten Visualisierungseinrichtung in einem Raum-Plan räumlich an ihren ermittelten Positionen dargestellt werden. Zusätzlich können für jeden der Ventilatoren V1,

V2, V3 weitere dem Zentralrechner bekannte Informationen bei der Visualisierung dargestellt werden.

Ansprüche

1. Positionsbestimmungssystem zur Positionsbestimmung der relativen Position von n Ventilatoren (V1, V2, ..., Vn) in einem Raum innerhalb eines gemeinsamen Netzwerks, umfassend
 - a. einen Zentralrechner (2) zur Steuerung der Ventilatoren (V1, V2, ..., Vn),
 - b. einen Flugkörper (20) mit
 - i. einer Flugsteuerungsvorrichtung (21) und einem Ortungssystem (22) zum Detektieren einer Funktion (F) der Ventilatoren (V1, V2, ..., Vn), deren Position bestimmt werden soll, wobei diese Funktion (F) von dem Zentralrechner (2) nach einem vorgegebenen Steuerungsprogramm selektiv für einen Ventilator (Vi) mit einer bestimmten Netzwerkadresse (IPi) aktiviert werden kann,
 - ii. einer Positionsbestimmungseinrichtung (23) zur Erfassung der Position des Ventilators (Vi) der gerade selektiv aktiviert wurde und
 - iii. einer Kommunikationseinrichtung (24) zum Datenaustausch von Ventilatordaten mittels drahtloser Datenkommunikation zwischen dem Flugkörper (20) und dem Zentralrechner (2),
 - c. wobei die Flugsteuerungsvorrichtung (21) des Flugkörpers (20) konfiguriert ist, autonom nach einem Startbefehl einer zumindest teilweise vordefinierten Flugbahn zu folgen, um bei Detektion des Ventilators (Vi) dessen Funktion (F) gerade selektiv aktiviert ist, die von der Positionsbestimmungseinrichtung (23) erfasste Position dieses Ventilators (Vi) an den Zentralrechner (2) zu übermitteln, der die Position der Netzwerkadresse (IPi) dieses Ventilators (Vi) zuordnet.

2. Positionsbestimmungssystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die detektierende Funktion (F) das Drehen des jeweiligen aktivierten Ventilators (Vi) mit einer bestimmten Drehzahl ist.
3. Positionsbestimmungssystem gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ortungssystem (22) eine optische Empfangseinrichtung, vorzugsweise eine Kamera ist, die so ausgerichtet oder ausrichtbar ist, dass diese ein Drehen eines jeweils in der Funktion (F) aktivierten Ventilators (Vi) optisch erfassen kann.
4. Positionsbestimmungssystem gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ortungssystem (22) eine akustische Empfangseinrichtung, vorzugsweise wenigstens ein Mikrophon ist, das so ausgerichtet oder ausrichtbar ist, dass dieses ein Drehen eines jeweils in der Funktion (F) aktivierten Ventilators (Vi) akustisch erfassen kann.
5. Positionsbestimmungssystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die detektierende Funktion (F) ein vom Ventilator ausgehendes akustisches Signal oder ein Ultraschallsignal ist.
6. Positionsbestimmungssystem gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ferner eine Einrichtung zur Visualisierung der erfassten räumlichen Positionen auf einem Raum-Plan vorgesehen ist.
7. Positionsbestimmungssystem gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilatoren ferner mit einem Bluetooth-Funksender (10) ausgestattet sind.
8. Positionsbestimmungssystem gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender ein Bluetooth-Signal gemäß dem Bluetooth 5.1 Standard aussenden kann.

9. Positionsbestimmungssystem gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Flugkörper (20) mit einer Einrichtung zum Empfang eines Bluetooth-Signals oder Beacons ausgebildet ist.
10. Verfahren zur Positionsbestimmung der relativen Position von n Ventilatoren ($V_1, V_2, \dots, V_n$) in einem Raum mit einem System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 mit den folgenden Schritten
- a. Aktivieren einer vom Ortungssystem (22) des Flugkörpers (20) detektierbaren Funktion (F) jeweils eines Ventilators (V_i) dessen Position bestimmt werden soll mittels des Zentralrechners (2),
 - b. Übermittlung der Netzwerkadresse desjenigen Ventilators (V_i) dessen Funktion (F) gerade aktiviert wurde;
 - c. systematisches Abfliegen der Ventilatoren nach einem bestimmten Flugmusters mittels der Flugsteuerungsvorrichtung (21) bis der Flugkörper (20) mit dem Ortungssystem (22) den in der Funktion (F) aktivierten Ventilator (V_i) detektiert hat;
 - d. sobald der Ventilator (V_i) geortet wurde, wird dessen Position mit der Positionserfassungseinrichtung erfasst und wird die Position dieses Ventilators an den Zentralrechner übermittelt;
 - e. wiederholen der Schritte a) bis e) sukzessive für jeweils einen weiteren noch nicht in der Position erfassten Ventilator (V_i), bis die Positionen aller Ventilatoren bestimmt sind.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Flugsteuerungsvorrichtung (21) des Flugkörpers (20) konfiguriert ist, autonom nach einem Startbefehl einer zumindest teilweise vordefinierten Flugbahn zu folgen, um bei Detektion des Ventilators (V_i) dessen Funktion (F) gerade selektiv aktiviert ist, die von der Positionsbestimmungseinrichtung (23) erfasste Position dieses Ventilators (V_i) an den Zentralrechner (2) zu übermitteln, der die Position der Netzwerkadresse (IP_i) dieses Ventilators (V_i) zuordnet.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei nach Ermittlung der Position die Positionsangaben direkt in ein Speicherregister eines persistenten Speichers des Ventilators oder der FFU, dessen Position bestimmt wurde, geschrieben werden.

1/1

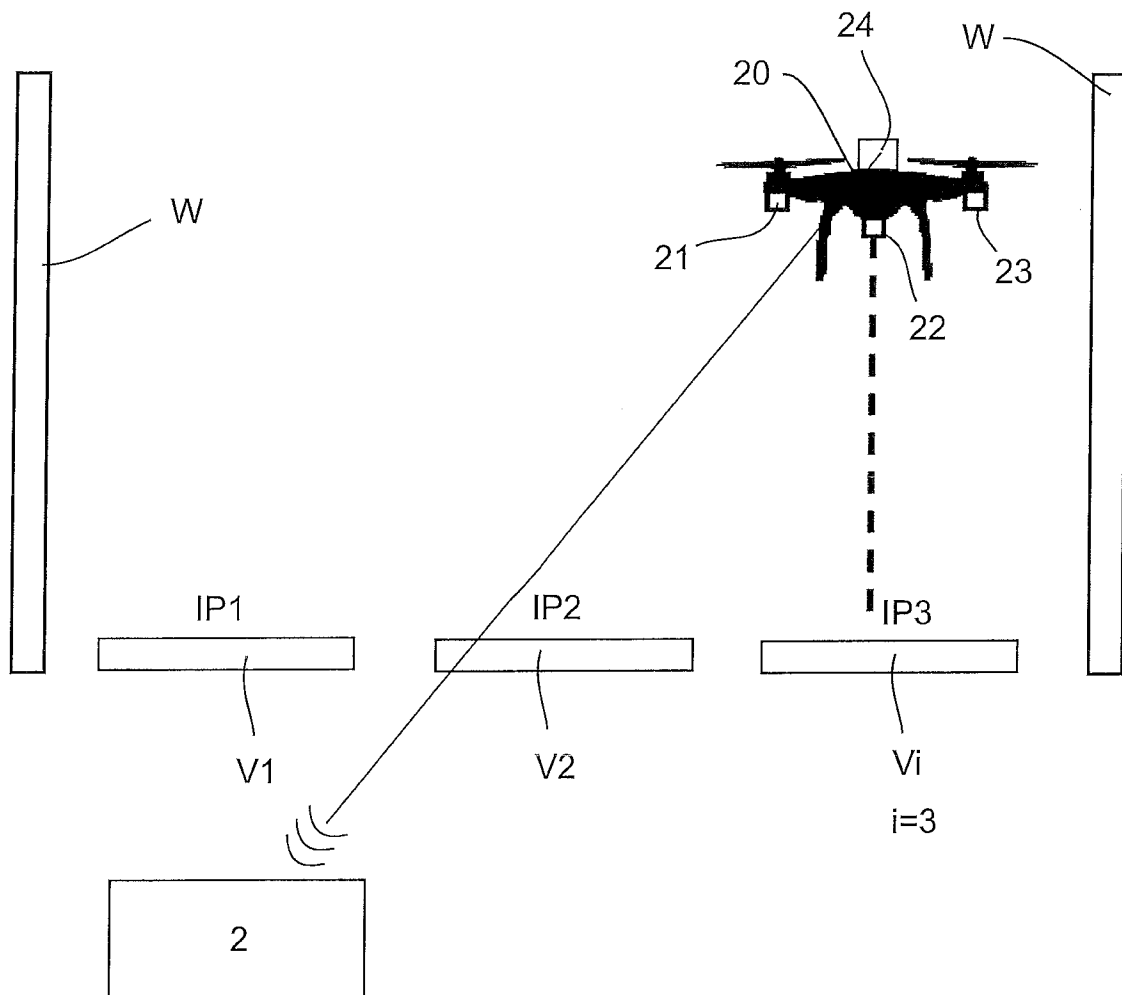


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/082548

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B64C 39/02**(2006.01)i; **F24F 11/49**(2018.01)i; **G06Q 10/08**(2012.01)i; **G05B 19/418**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B64C; B64F; F24F; G06Q; G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102015113489 A1 (EBM-PAPST MULFINGEN GMBH & CO KG [DE]) 16 February 2017 (2017-02-16) paragraphs [0041] - [0049]; figure 1	1-12
A	EP 3211492 A1 (FLÄKT WOODS AB [SE]) 30 August 2017 (2017-08-30) claim 1; figures 1,2	1-12
A	WO 2019020674 A1 (EBM PAPST MULFINGEN GMBH & CO KG [DE]) 31 January 2019 (2019-01-31) claim 1; figure 1	1-12
A	WO 2018078863 A1 (OPTIM CORP) 03 May 2018 (2018-05-03) claim 6; figure 2	1-12
A	JP S63111509 A (KOMATSU MFG CO LTD) 16 May 1988 (1988-05-16) abstract	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 February 2020

Date of mailing of the international search report

06 March 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Degen, Marcello

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/082548

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102015113489	A1	16 February 2017	CN	206402270	U	11 August 2017
				DE	102015113489	A1	16 February 2017
				DE	202016104114	U1	09 August 2016
				EP	3131270	A1	15 February 2017
				US	2017048189	A1	16 February 2017
EP	3211492	A1	30 August 2017	EP	3211492	A1	30 August 2017
				SE	1650228	A1	24 August 2017
WO	2019020674	A1	31 January 2019	CN	109309737	A	05 February 2019
				DE	102017117128	A1	31 January 2019
				WO	2019020674	A1	31 January 2019
WO	2018078863	A1	03 May 2018	JP	6495557	B2	03 April 2019
				JP	WO2018078863	A1	20 December 2018
				US	2019263524	A1	29 August 2019
				WO	2018078863	A1	03 May 2018
JP	S63111509	A	16 May 1988	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B64C39/02 F24F11/49 G06Q10/08 G05B19/418 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B64C B64F F24F G06Q G05B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2015 113489 A1 (EBM-PAPST MULFINGEN GMBH & CO KG [DE]) 16. Februar 2017 (2017-02-16) Absätze [0041] - [0049]; Abbildung 1 -----	1-12
A	EP 3 211 492 A1 (FLÄKT WOODS AB [SE]) 30. August 2017 (2017-08-30) Anspruch 1; Abbildungen 1,2 -----	1-12
A	WO 2019/020674 A1 (EBM PAPST MULFINGEN GMBH & CO KG [DE]) 31. Januar 2019 (2019-01-31) Anspruch 1; Abbildung 1 -----	1-12
A	WO 2018/078863 A1 (OPTIM CORP) 3. Mai 2018 (2018-05-03) Anspruch 6; Abbildung 2 ----- -/-	1-12
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
7. Februar 2020		06/03/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Degen, Marcello

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP S63 111509 A (KOMATSU MFG CO LTD) 16. Mai 1988 (1988-05-16) Zusammenfassung -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/082548

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102015113489 A1	16-02-2017	CN 206402270 U	11-08-2017
		DE 102015113489 A1	16-02-2017
		DE 202016104114 U1	09-08-2016
		EP 3131270 A1	15-02-2017
		US 2017048189 A1	16-02-2017
EP 3211492 A1	30-08-2017	EP 3211492 A1	30-08-2017
		SE 1650228 A1	24-08-2017
WO 2019020674 A1	31-01-2019	CN 109309737 A	05-02-2019
		DE 102017117128 A1	31-01-2019
		WO 2019020674 A1	31-01-2019
WO 2018078863 A1	03-05-2018	JP 6495557 B2	03-04-2019
		JP W02018078863 A1	20-12-2018
		US 2019263524 A1	29-08-2019
		WO 2018078863 A1	03-05-2018
JP S63111509 A	16-05-1988	KEINE	