

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年9月20日(20.09.2018)

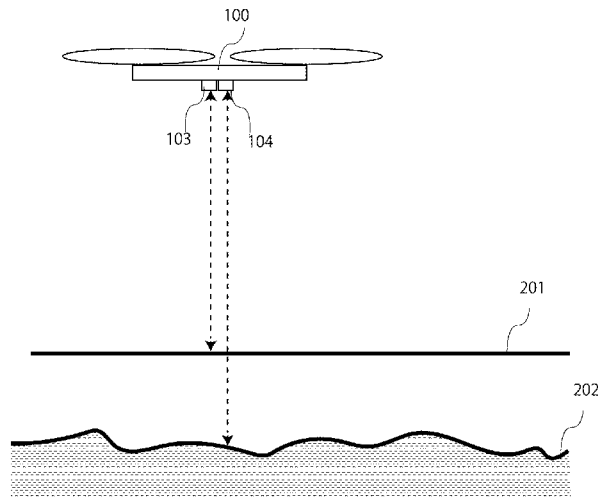


(10) 国際公開番号
WO 2018/168564 A1

- (51) 国際特許分類:
G01C 13/00 (2006.01) *B64D 47/00* (2006.01)
B64C 39/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/008490
- (22) 国際出願日: 2018年3月6日(06.03.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-046845 2017年3月12日(12.03.2017) JP
- (71) 出願人:株式会社ナイルワークス(NILEWORKS INC.) [JP/JP]; 〒1510066 東京都渋谷区西原三丁目1番7号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 柳下 洋 (YANAGISHITA Hiroshi); 〒1510066 東京都渋谷区西原三丁目1番7号 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 栗原 潔 (KURIHARA Kiyoshi); 〒1510064 東京都渋谷区上原2-3-2-3 Y-2402 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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,

(54) Title: DRONE FOR MEASURING WATER DEPTH OF FIELD

(54) 発明の名称: 圃場の水深測定用ドローン



(57) Abstract: [Problem] To provide a simple method and a simple device capable of accurately measuring the water depth of a field, in particular, the entirety of a rice field. [Solution] By flying, in the air above a field, a drone (unmanned flying body) provided with an ultrasonic wave transmission/reception device, and an infrared transmission/reception device or a microwave transmission/reception device, the water depth at a point immediately below the drone is measured on the basis of a difference in distance measured by water surface reflection of ultrasonic waves and ground reflection of microwaves



WO 2018/168564 A1

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) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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).

添付公開書類 :

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

or infrared. By flying the drone all over the air above a field, the water depth of the entirety of the field can be accurately measured. Measurement is preferably performed only when the drone is in flight at no less than a predetermined speed.

(57) 要約 : 【課題】 圃場、特に、田圃全体の水深を正確に測定できる簡便な方法と装置を提供する。【解決策】 超音波送受信機、および、赤外線送受信機またはマイクロ波送受信機を備えたドローン(無人飛行体)を圃場上空で飛行させ、超音波の水面反射とマイクロ波または赤外線の地面反射による距離測定の違いからドローン直下地点の水深を測定する。ドローンを圃場上空でくまなく飛行させることにより、圃場全体の水深が正確に測定できる。測定はドローンが所定の速度以上で飛行中にのみ行なわせることが好ましい。

明 細 書

発明の名称： 圃場の水深測定用ドローン

技術分野

[0001] 本願発明は、無人飛行体（ドローン）を使用した圃場の水深を測定するためのドローンに関する。

背景技術

[0002] 稲をはじめとした作物の育成において圃場の水位の維持はきわめて重要である。たとえば、除草剤を散布する際には適切な処理層が形成されるまでにおよそ1週間を要するが、その間に圃場の一部で水面から地面が露出してしまおうと処理層が形成されず、除草剤の効果が得られなくなってしまう。このような状況を防ぐためには圃場の全域における水位の管理が不可欠である。

[0003] 圃場の水深計測の方法としては、圃場に設置した水深計によることが一般的であった。しかし、圃場の地形には凹凸があり、1箇所のみ水深計で測定した水深が適切であるからと言って、圃場全体で水位が適切であるとは限らない。ひとつの圃場に対して多数の水深計を使用する方法が知られているが（たとえば、特許文献1）、費用や管理負荷の点で課題があった。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許公開公報 特開平09-20908

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 圃場、特に、田圃全体の水深を正確に測定できる簡便な装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本願発明は、水面までの距離を測定する第一のセンサーと地面までの距離を測定する第二のセンサーとを備え、両距離の差を取ることで機体直下にある地点の水深を測定する無人飛行体を提供することで上記課題に対応する。

[0007] また、本願発明は、所定の速度以上で移動中のみに前記機体直下にある地点

の水深を測定する段落０００６に記載の無人飛行体を提供することで上記課題に対応する。

[0008] また、本願発明は、さらに、傾きセンサーを備え、前記機体の傾きに応じて測定した距離を補正する手段を備えた段落０００６、または、段落０００７に記載の無人飛行体を提供することで上記課題に対応する。

[0009] また、本願発明は、前記第一のセンサーは超音波送受信機であり、前記第二のセンサーは赤外線送受信機、または、マイクロ波送受信機である段落０００６、段落０００７、または、段落０００８に記載の無人飛行体を提供することで上記課題に対応する。

発明の効果

[0010] 圃場、特に、田圃の水深を全体的に測定できる簡便な装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本願発明に係る作物の圃場水深測定用ドローンの実施例の全体図（平面図および正面図）である。

[図2]本願発明に係る圃場水深測定方法の基本的考え方を示す図である。

[図3]本願発明に係る圃場水深測定用ドローンが回転翼の風の影響を排除できることを説明した図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図を参照しながら、本願発明を実施するための形態について説明する。図はすべて例示である。

[0013] 図１に本願発明に係るドローン（１００）の全体構造（図１－aは平面図、図１－bは正面図）を示す。本願明細書では、「ドローン」とは、駆動方法や制御方法を問わず、無人飛行体全般を指すこととする。回転翼（ローター）（１０１）とモーター（１０２）は、ドローンを飛行させるための手段である。図では、二段構成のローターを４セット使用した構成が示されているが、ローターの枚数や構成方法はこれとは異なってもよい。本願発明に係るドローン（１００）には、飛行の制御や水深の計算と保存等を行なうためのコンピューター装置とプログラム、遠隔操縦のための無線通信手段、位

置検出のためのGPS装置、および、バッテリー等が備えられていることが望ましいが、図示していない。また、着陸の際に必要な脚部、モーターを維持するためのフレーム、および、回転翼に手が触れることを防ぐための安全フレーム等、一般的なドローンに必要な構成要素は図示しているが、自明であるため特に説明しない。なお、本願発明に係るドローン（100）は、RTK-GPS等の自機の位置を正確に測定できる手段を備えていることが望ましい。

[0014] 本願発明に係るドローン（100）の下部には、超音波送受信機（103）と赤外線送受信機（104）が設けられている。超音波送受信機（103）は水面までの距離を測る手段の一例であり、赤外線送受信機（104）は水面下の地面までの距離を測定する手段の一例である。赤外線送受信機（104）の代わりにマイクロ波送受信機等を使用してもよい。超音波送受信機（103）は、近距離での測定精度向上のために400Khz程度の周波数（少なくとも100Khzの周波数）によるセンサーを使用していることが好ましい。赤外線送受信機は波長が数マイクロメートルの近赤外線を使用し、減衰を少なくするためにレーザーを使用することが好ましい。

[0015] 図2に、本願発明に係る圃場水深測定方法の基本的考え方を示す。超音波送受信機（103）が発生する超音波は主に水面（201）上で反射するため、反射波の位相差を計測することで、ドローン（100）から水面までの距離を測定可能である。出願時点で一般入手可能な超音波送受信機を使用することで、1センチメートル単位での測定が可能である。なお、音速は温度によって変化するため、ドローン（100）に設け温度センサー等により気温を測定し、音速の補正を行なってもよい。

[0016] 一方、赤外線送受信機（104）が発生する赤外線レーザー光の多くは水を貫通し、圃場の地面（202）によって反射される。地面による反射波の位相差を測定することにより、ドローン（100）から圃場の地面の距離を測定できる。

[0017] 超音波受信機（103）によって求めたドローン（100）と水面の距離、

および、赤外線送受信機によって求めたドローン（100）と地面との距離の差を取ることで、その時点でドローン（100）の直下にある圃場内の地点の水深を約1センチメートル単位で測定できることが発明者の実験により明らかになっている。

[0018] 図3により、本願発明に係る圃場水深測定用ドローン（100）による水深の測定が回転翼（101）の風の影響を排除できることを説明する。一般に、ドローンは回転翼による下方向への気流によって浮上し、移動する。したがって、その気流による水面への影響を排除する必要がある。ドローン（100）が通常の飛行速度（典型的には毎秒5メートル）で移動中の場合には、回転翼の気流（301）による水面（201）の乱れは、ドローン（100）機体の直下ではなく後方（進行方向の反対側）に生じる。超音波送受信機（103）による水面までの距離測定はドローン（100）機体の直下で行なわれるため、水面の乱れによる影響を受けない。たとえば、ローターの半径が70cmのドローン（100）が水面から3メートルの高度を毎秒5メートルの速度で飛行するという典型的な条件下では、水面との距離の測定が水面の乱れにより影響を受けないことが発明者による実験により明らかになっている。この理由により、本願発明に係る水深測定は、ドローン（100）が定常速度（たとえば、毎秒約5メートル）で飛行している時のみに実施し、ホバリング時または低速（たとえば、毎秒約3メートル以下）での飛行時には実施しないような制御を行なうことが望ましい。なお、ドローン（100）は進行方向前方の回転翼の回転速度よりも、進行方向後方の回転翼の回転速度を速めることで移動するため、移動中には機体に進行方向前方が低くなるような傾きが生じる。そのため、本願発明に係るドローン（100）にはジャイロセンサー等の機体の傾きを計測できる手段を設け、距離を測定・保存するプログラム等において、超音波送受信機（103）および赤外線送受信機（104）で測定された距離を補正することが好ましい。

[0019] RTK-GPSなどの正確な自機位置測定手段を備えたドローン（100）を使用することにより、圃場上空でドローン（100）をくまなく飛行させ

ることが可能である。したがって、本願発明に係る水深測定用ドローン（100）により圃場全域の水深を容易に測定できる。なお、水深測定と並行して薬剤散布や圃場の作物撮影等の作業を行なわせてもよい。測定した圃場全域の水深はドローン（100）本体、または、ドローン（100）と接続された機器のメモリーに保存し、水深管理作業の入力とすることが好ましい。

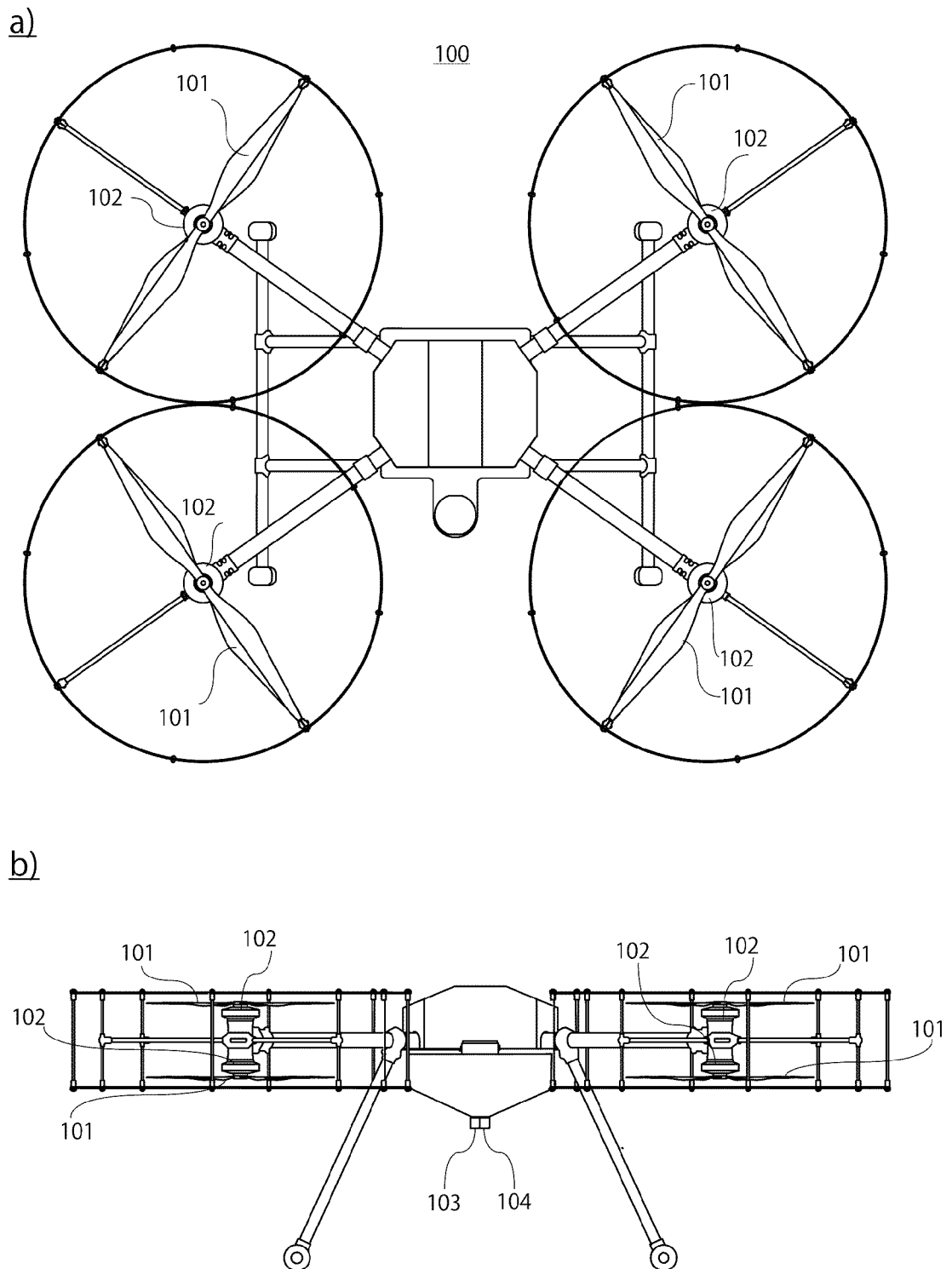
[0020]（本願発明による技術的に顕著な効果）

本願発明により、多数の水深計を使用することなく、圃場全域の水深を効率的かつ正確に測定可能である。また、水深測定において、ドローンの回転翼による気流の影響を最小化することが可能である。

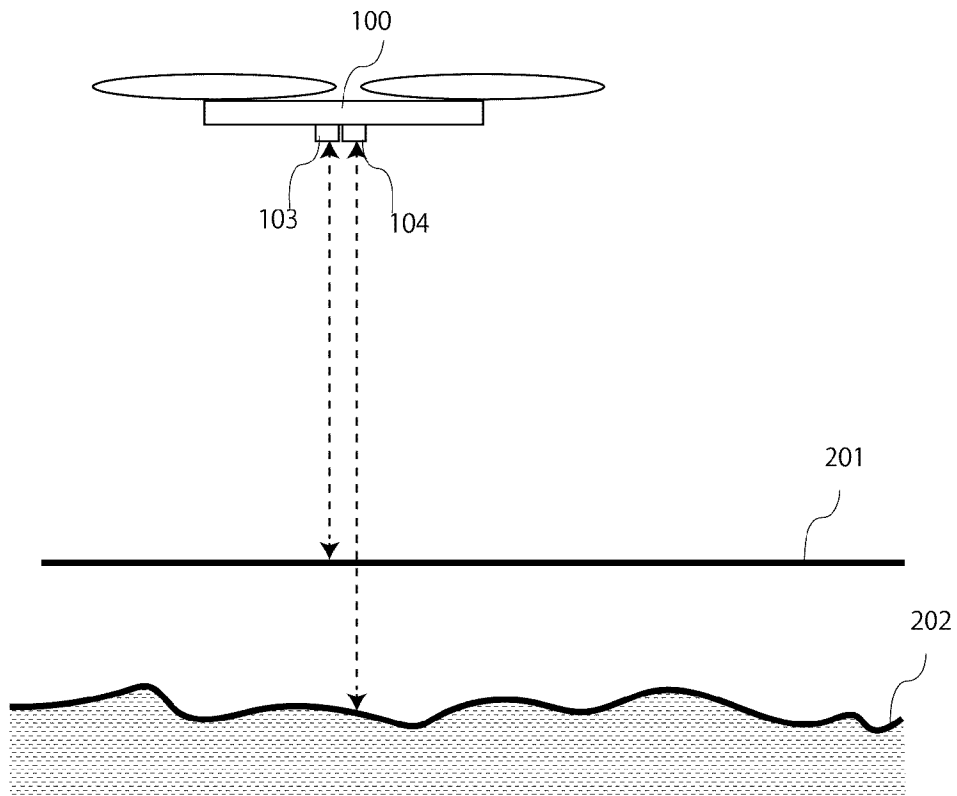
請求の範囲

- [請求項1] 水面までの距離を測定する第一のセンサーと地面までの距離を測定する第二のセンサーとを備え、両距離の差を取ることで機体直下にある地点の水深を測定する無人飛行体。
- [請求項2] さらに、所定の速度以上で飛行中のみに前記機体直下にある地点の水深を測定する制御手段を備えた請求項1に記載の無人飛行体。
- [請求項3] さらに、傾きセンサーを備え、前記機体の傾きに応じて測定した距離を補正する手段を備えた請求項1、または、請求項2に記載の無人飛行体。
- [請求項4] 前記第一のセンサーは超音波送受信機であり、前記第二のセンサーは赤外線送受信機、または、マイクロ波送受信機である請求項1、請求項2、または、請求項3に記載の無人飛行体。

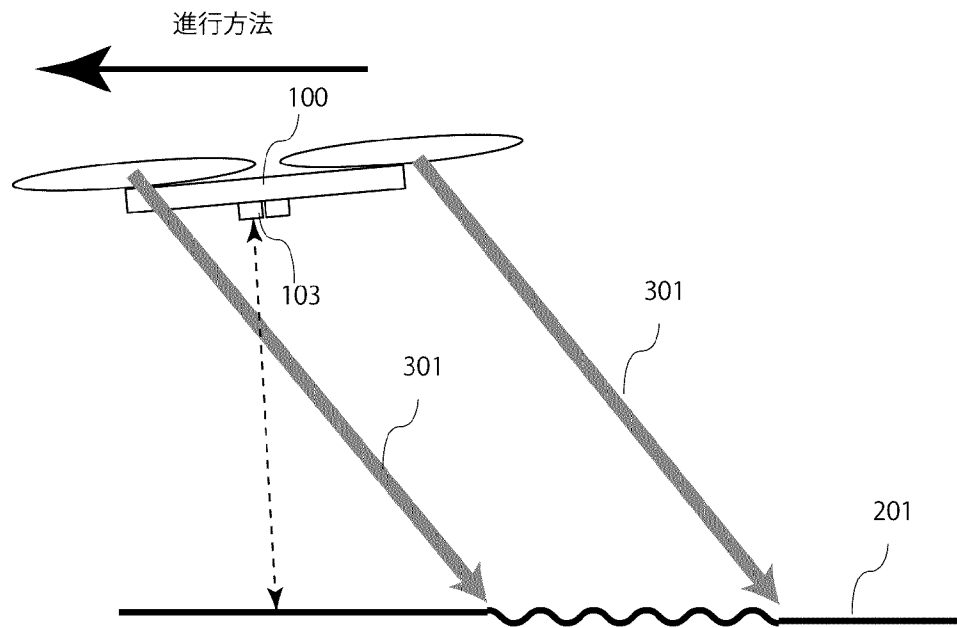
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/008490

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01C13/00 (2006.01) i, B64C39/02 (2006.01) i, B64D47/00 (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)

Int.Cl. G01C13/00, G01B11/0-11/30, G01B15/00-15/08, G01B17/00-17/08, G01B21/00-21/32, B64C39/02, B64D47/00

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 7-181255 A (OKI ELECTRIC IND CO., LTD.) 21 July 1995, paragraphs [0008]-[0012], fig. 1-3 (Family: none)	1, 3-4 2
Y	WO 2016/082219 A1 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 June 2016, claims & JP 2017-520751 A & US 2017/0261998 A1 & CN 105874397 A	1, 3-4

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 11.05.2018	Date of mailing of the international search report 22.05.2018
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/008490

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-15628 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 28 January 2016, paragraphs [0060]-[0067] & US 2017/0139410 A1, paragraphs [0068]-[0078] & WO 2016/002236 A1 & EP 3147743 A1 & TW 201602748 A & CN 106662880 A	3-4
Y	JP 2000-105281A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 11 April 2000, paragraphs [0015], [0030], fig. 3, 19 & EP 990923 A2, paragraphs [0019], [0034], fig. 3, 19 & US 6211787 B1	4
A	WO 2017/000304 A1 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) 05 January 2017, entire text, all drawings & JP 2017-530043 A & CN 106103274 A	1-4
A	JP 62-9284 A (NEC CORPORATION) 17 January 1987, entire text, all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 10-2779 A (NEC MOBILE COMMUN LTD.) 06 January 1998, entire text, all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 5-293036 A (RINNAI KK) 09 November 1993, paragraph [0016] (Family: none)	1-4
A	JP 2001-116550 A (NISHIMATSU CONSTRUCTION CO., LTD.) 27 April 2001, entire text, all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 6-201435 A (KROHNE MESSTECH GMBH & CO KG) 19 July 1994, entire text, all drawings & US 5438867 A & EP 591816 A2 & DE 4233324 A1	1-4
A	JP 2008-89583 A (ROSEMOUNT TANK RADAR AB) 17 April 2008, entire text, all drawings & US 2008/0060431 A1 & EP 1906158 A1 & CN 101140180 A & KR 10-2008-0023170 A	1-4
A	US 2011/0271752 A1 (RIEGL LASER MEASUREMENT SYSTEMS GMBH) 10 November 2011, entire text, all drawings & WO 2011/137465 A1 & AT 509215 A4	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01C13/00(2006.01)i, B64C39/02(2006.01)i, B64D47/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01C13/00, G01B11/0-11/30, G01B15/00-15/08, G01B17/00-17/08, G01B21/00-21/32, B64C39/02, B64D47/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 7-181255 A（沖電気工業株式会社）1995.07.21, [0008]-[0012], 図 1-3（ファミリーなし）	1, 3-4 2
Y	WO 2016/082219 A1（SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.）2016.06.02, 特許請求の範囲 & JP 2017-520751 A & US 2017/0261998 A1 & CN 105874397 A	1, 3-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 11.05.2018	国際調査報告の発送日 22.05.2018
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 三好 貴大	2 S	6 2 0 0
	電話番号 03-3581-1101 内線 3216		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2016-15628 A (三菱重工業株式会社) 2016. 01. 28, [0060]-[0067] & US 2017/0139410 A1, [0068]-[0078] & WO 2016/002236 A1 & EP 3147743 A1 & TW 201602748 A & CN 106662880 A	3-4
Y	JP 2000-105281 A (松下電器産業株式会社) 2000. 04. 11, [0015], [0030], 図 3, 19 & EP 990923 A2, [0019], [0034], 図 3, 19 & US 6211787 B1	4
A	WO 2017/000304 A1 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) 2017. 01. 05, 全文, 全図 & JP 2017-530043 A & CN 106103274 A	1-4
A	JP 62-9284 A (日本電気株式会社) 1987. 01. 17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 10-2779 A (日本電気移動通信株式会社) 1998. 01. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 5-293036 A (リンナイ株式会社) 1993. 11. 09, [0016] (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2001-116550 A (西松建設株式会社) 2001. 04. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 6-201435 A (クローネ メステヒニーク ゲゼルシャフト ミツ ト ベシユレンクテル ハフツング ウント コンパニー コマン デイト ゲゼルシャフト) 1994. 07. 19, 全文, 全図 & US 5438867 A & EP 591816 A2 & DE 4233324 A1	1-4
A	JP 2008-89583 A (ローズマウント タンク レーダー アクチボラ ゲット) 2008. 04. 17, 全文, 全図 & US 2008/0060431 A1 & EP 1906158 A1 & CN 101140180 A & KR 10-2008-0023170 A	1-4
A	US 2011/0271752 A1 (RIEGL LASER MEASUREMENT SYSTEMS GMBH) 2011. 11. 10, 全文, 全図 & WO 2011/137465 A1 & AT 509215 A4	1-4