

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-155710

(P2018-155710A)

(43) 公開日 平成30年10月4日(2018.10.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G 0 1 R 29/08 (2006.01)</b>	G O 1 R 29/08 A	
<b>B 6 4 C 39/02 (2006.01)</b>	G O 1 R 29/08 Z	
<b>B 6 4 D 47/00 (2006.01)</b>	B 6 4 C 39/02	
	B 6 4 D 47/00	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2017-54974 (P2017-54974)  
 (22) 出願日 平成29年3月21日 (2017. 3. 21)

(71) 出願人 396007111  
 株式会社アローセブン  
 静岡県浜松市中区上島3丁目27番7号  
 (71) 出願人 515278374  
 日本DMC株式会社  
 静岡県沼津市高島本町13-25  
 (74) 代理人 100136098  
 弁理士 北野 修平  
 (74) 代理人 100137246  
 弁理士 田中 勝也  
 (74) 代理人 100148356  
 弁理士 西村 英人  
 (74) 代理人 100183656  
 弁理士 庄司 晃

最終頁に続く

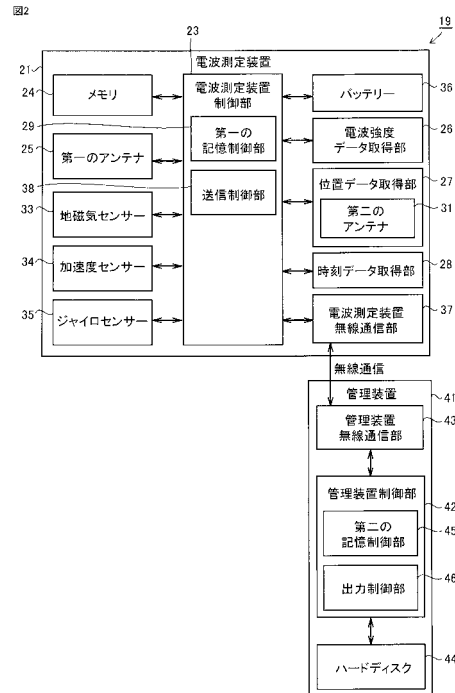
(54) 【発明の名称】 電波測定装置、無人航空機、および電波測定装置の管理システム

(57) 【要約】

【課題】電波状況を効率的に把握することができる電波測定装置を提供する。

【解決手段】電波測定装置21は、所定の周波数帯域の電波を受信する第一の受信部25と、第一の受信部25により受信された所定の周波数帯域の電波を、1m秒～100秒の時間間隔でスキャンして所定の周波数毎の電波強度のデータである電波強度データを取得する電波強度データ取得部26と、電波強度データ取得部26により電波強度データを取得した時の電波測定装置21の位置を示す位置データを取得する位置データ取得部27と、電波強度データ取得部26により電波強度データを取得した時の時刻を示す時刻データを取得する時刻データ取得部28と、電波強度データ取得部26により取得した電波強度データ、位置データ取得部27により取得した位置データ、および時刻データ取得部28により取得した時刻データを紐付けて第一の記憶部24に記憶するよう制御する第一の記憶制御部29とを備える。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

所定の空間の電波を測定する電波測定装置であって、

データを記憶する第一の記憶部と、

所定の周波数帯域の電波を受信する第一の受信部と、

前記第一の受信部により受信された前記所定の周波数帯域の電波を、1 m (ミリ) 秒 ~ 100 秒の時間間隔でスキャンして所定の周波数毎の電波強度のデータである電波強度データを取得する電波強度データ取得部と、

前記電波強度データ取得部により前記電波強度データを取得した時の前記電波測定装置の位置を示す位置データを取得する位置データ取得部と、

前記電波強度データ取得部により前記電波強度データを取得した時の時刻を示す時刻データを取得する時刻データ取得部と、

前記電波強度データ取得部により取得した前記電波強度データ、前記位置データ取得部により取得した前記位置データ、および前記時刻データ取得部により取得した前記時刻データを紐付けて前記第一の記憶部に記憶するよう制御する第一の記憶制御部とを備える、電波測定装置。

10

**【請求項 2】**

前記第一の記憶部により記憶された前記電波強度データ、前記位置データ、および前記データを無線通信により外部に出力する無線通信部をさらに備える、請求項 1 に記載の電波測定装置。

20

**【請求項 3】**

前記電波強度データ取得部により前記電波強度データを取得した時の前記電波測定装置の移動する方位を示す方位データを取得する方位データ取得部をさらに備え、

前記第一の記憶制御部は、前記方位データ取得部により取得した前記方位データを前記電波強度データに紐付けて前記第一の記憶部に記憶するよう制御する、請求項 1 または請求項 2 に記載の電波測定装置。

**【請求項 4】**

前記位置データ取得部は、全球測位衛星システム (GNSS (Global Navigation Satellite System)) から発信される GNSS 電波を受信する第二の受信部を含む、請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の電波測定装置。

30

**【請求項 5】**

前記位置データは、前記電波測定装置の高さのデータを含む、請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載の電波測定装置。

**【請求項 6】**

前記第一の記憶部を覆う筐体を含み、

前記第一の受信部は、紐状の接続部を介在させて前記筐体の外部に設けられている、請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか 1 項に記載の電波測定装置。

**【請求項 7】**

前記電波強度データ取得部により前記電波強度データを取得した時の前記電波測定装置の姿勢を示す姿勢データを取得する姿勢データ取得部をさらに備える、請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか 1 項に記載の電波測定装置。

40

**【請求項 8】**

前記所定の周波数帯域は、2.4 GHz ~ 2.5 GHz の範囲であり、

前記所定の周波数は、1 MHz である、請求項 1 ~ 請求項 7 のいずれか 1 項に記載の電波測定装置。

**【請求項 9】**

無線通信による操縦により所定の空間における飛行が可能な飛行本体部と、前記飛行本体部に搭載され、前記飛行本体部が位置する前記所定の空間の電波を測定する電波測定装置とを含む無人航空機であって、

前記電波測定装置は、

50

データを記憶する第一の記憶部と、  
 所定の周波数帯域の電波を受信する第一の受信部と、  
 前記第一の受信部により受信された前記所定の周波数帯域の電波を、所定の時間間隔でスキャンして所定の周波数毎の電波強度のデータである電波強度データを取得する電波強度データ取得部と、  
 前記電波強度データ取得部により前記電波強度データを取得した時の前記電波測定装置の位置を示す位置データを取得する位置データ取得部と、  
 前記電波強度データ取得部により前記電波強度データを取得した時の時刻を示す時刻データを取得する時刻データ取得部と、  
 前記電波強度データ取得部により取得した前記電波強度データ、前記位置データ取得部により取得した前記位置データ、および前記時刻データ取得部により取得した前記時刻データを紐付けて前記第一の記憶部に記憶するよう制御する第一の記憶制御部とを備える、無人航空機。

10

【請求項 10】

前記電波強度データ取得部は、1 m 秒 ~ 100 秒の時間間隔でスキャンして所定の周波数毎の前記電波強度データを測定する、請求項 9 に記載の無人航空機。

【請求項 11】

前記位置データ取得部は、全球測位衛星システム G N S S から発信される G N S S 電波を受信する第二の受信部を含み、  
 前記電波測定装置は、前記第二の受信部が上側に向くように前記飛行本体部に搭載される、請求項 9 または請求項 10 に記載の無人航空機。

20

【請求項 12】

所定の空間の電波を測定する電波測定装置と、前記電波測定装置と無線通信が可能であって、前記電波測定装置が測定した前記電波のデータを管理する管理装置とを含む電波測定装置の管理システムであって、

前記電波測定装置は、

データを記憶する第一の記憶部と、

所定の周波数帯域の電波を受信する第一の受信部と、

前記第一の受信部により受信された前記所定の周波数帯域の電波を、1 m 秒 ~ 100 秒の時間間隔でスキャンして所定の周波数毎の電波強度のデータである電波強度データを取得する電波強度データ取得部と、

30

前記電波強度データ取得部により前記電波強度データを取得した時の前記電波測定装置の位置を示す位置データを取得する位置データ取得部と、

前記電波強度データ取得部により前記電波強度データを取得した時の時刻を示す時刻データを取得する時刻データ取得部と、

前記電波強度データ取得部により取得した前記電波強度データ、前記位置データ取得部により取得した前記位置データ、および前記時刻データ取得部により取得した前記時刻データを紐付けて前記第一の記憶部に記憶するよう制御する第一の記憶制御部と、

前記第一の記憶部により記憶された前記電波強度データ、前記位置データ、および前記データを無線通信により前記管理装置に所定のタイミングで送信するよう制御する送信制御部とを備え、

40

前記管理装置は、

データを記憶する第二の記憶部と、

前記電波測定装置側から無線通信により受信した前記電波強度データ、前記位置データ、および前記時刻データを受信して前記第二の記憶部に記憶するよう制御する第二の記憶制御部と、

前記第二の記憶部に記憶された前記電波強度データ、前記位置データ、および前記時刻データを所望の形式で出力するよう制御する出力制御部とを備える、電波測定装置の管理システム。

【請求項 13】

50

無線通信による操縦により所定の空間における飛行が可能であって、前記電波測定装置を搭載する飛行本体部をさらに備える、請求項 1 2 に記載の電波測定装置の管理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電波測定装置、無人航空機、および電波測定装置の管理システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

電波を測定する電波測定装置が従来から知られている（たとえば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2013 - 83455 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

通信不良のリスクの把握等、ある敷地内において各位置における電波状況を把握したい場合がある。広い敷地において各位置における電波状況を把握する際には、電波強度を測定する測定者が電波測定装置を持ち歩き、敷地内の各位置において電波強度を測定する場合がある。しかし、このような手法では、敷地面積が広い場合に時間や労力が多大にかかることとなり、非効率である。特に電波状況を把握したい範囲がたとえば数平方 km（キロメートル）に亘る場合、電波状況の調査効率をアップさせることが求められる。また、できるだけ正確に、すなわち、各位置において精度よく電波強度を測定できることが好ましい。

【0005】

この発明の目的は、電波状況を効率的に把握することができる電波測定装置を提供することである。

【0006】

この発明の他の目的は、電波状況を効率的に把握することができる無人航空機を提供することである。

【0007】

この発明のさらに他の目的は、電波状況の測定情報を適切に管理することができる電波測定装置の管理システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明の一の局面においては、電波測定装置は、所定の空間の電波を測定する。電波測定装置は、データを記憶する第一の記憶部と、所定の周波数帯域の電波を受信する第一の受信部と、第一の受信部により受信された所定の周波数帯域の電波を、1 m（ミリ）秒～100 秒の時間間隔でスキャンして所定の周波数毎の電波強度のデータである電波強度データを取得する電波強度データ取得部と、電波強度データ取得部により電波強度データを取得した時の電波測定装置の位置を示す位置データを取得する位置データ取得部と、電波強度データ取得部により電波強度データを取得した時の時刻を示す時刻データを取得する時刻データ取得部と、電波強度データ取得部により取得した電波強度データ、位置データ取得部により取得した位置データ、および時刻データ取得部により取得した時刻データを紐付けて第一の記憶部に記憶するよう制御する第一の記憶制御部とを備える。

【0009】

このように構成することにより、1 m 秒～100 秒の時間間隔といった非常に短い時間間隔でスキャンして電波強度データを取得し、さらに電波強度データを取得した際の位置

10

20

30

40

50

データおよび時刻データも取得しているため、たとえば、広い敷地において電波測定装置を高速で移動させて電波強度データを取得した場合でも、各位置および各時刻における電波強度データを精度よく取得することができる。そして、第一の記憶部に記憶され、それぞれ紐付けられた電波強度データ、位置データ、および時刻データに基づいて、所定の空間内における各位置および各時刻の電波状況を正確に知ることができる。したがって、このような構成の電波測定装置は、電波状況を効率的に把握することができる。

【0010】

電波測定装置は、第一の記憶部により記憶された電波強度データ、位置データ、およびデータを無線通信により外部に出力する無線通信部をさらに備える構成としてもよい。こうすることにより、記憶された電波強度データ、位置データ、および時刻データをリアルタイムで無線通信により外部に出力することができる。したがって、より適切に測定者の要求する位置における電波強度データを測定することができる。

10

【0011】

また、電波測定装置は、電波測定装置の移動する方位を示す方位データを取得する方位データ取得部をさらに備える構成とし、第一の記憶制御部は、方位データ取得部により取得した方位データを電波強度データに紐付けて第一の記憶部に記憶するように制御するようにしてもよい。こうすることにより、さらに方位データも併せて、より正確に連続的に移動する電波測定装置の位置を把握することができる。

【0012】

位置データ取得部は、全球測位衛星システム(GNSS(Global Navigation Satellite System))から発信されるGNSS電波を受信する第二の受信部を含むよう構成してもよい。こうすることにより、第二の受信部を利用して、電波測定装置の位置データをより精度よく取得することができる。

20

【0013】

なお、位置データは、電波測定装置の高さのデータを含むようにしてもよい。こうすることにより、所定の空間における高さ方向に対応した電波強度データを取得することができる。特に、高速で空中を飛行する無人航空機に電波測定装置を搭載させて電波を測定する際に、より広い範囲で高さ方向の電波強度データを取得することができ、三次元的により正確に所定の空間における電波状況を把握することができる。

30

【0014】

また、電波測定装置は、第一の記憶部を覆う筐体を含み、第一の受信部は、紐状の接続部を介在させて筐体の外部に設けられているよう構成してもよい。こうすることにより、より適切に電波を受信することができる。特に、高速で空中を飛行する無人航空機に電波測定装置を搭載させて電波を測定する際に、電波測定装置の下方側や後方側に第一の受信部を位置させて、主に上方側において受信する位置データを取得する際の電波との混信を抑制することができる。

【0015】

電波測定装置は、電波強度データ取得部により電波強度データを取得した時の電波測定装置の姿勢を示す姿勢データを取得する姿勢データ取得部をさらに備える構成としてもよい。こうすることにより、測定する電波の電波源の方位データ等を適切に取得することができる。また、高速で空中を飛行する無人航空機に電波測定装置を搭載させて電波を取得する際に、無人航空機の姿勢の制御に反映させることもできる。さらには、取得された電波測定装置の姿勢データを無人航空機自体の姿勢データと照らし合わせて、電波測定装置の無人航空機への取り付け状況の確認に利用することができる。

40

【0016】

なお、所定の周波数帯域は、2.4GHz~2.5GHzの範囲であり、所定の周波数は、1MHzであることが好ましい。このように構成することにより、特に測定者の要求する周波数帯域における電波強度データを効率的に取得することができる。特に、時速数十kmの高速で移動する無人航空機に電波測定装置を搭載した場合に、測定者の望む電波

50

強度データを連続的に取得することができる。

【0017】

この発明の他の局面においては、無人航空機は、無線通信による操縦により所定の空間における飛行が可能な飛行本体部と、飛行本体部に搭載され、飛行本体部が位置する所定の空間の電波を測定する電波測定装置とを含む。電波測定装置は、データを記憶する第一の記憶部と、所定の周波数帯域の電波を受信する第一の受信部と、第一の受信部により受信された所定の周波数帯域の電波を、所定の時間間隔でスキャンして所定の周波数毎の電波強度のデータである電波強度データを取得する電波強度データ取得部と、電波強度データ取得部により電波強度データを取得した時の電波測定装置の位置を示す位置データを取得する位置データ取得部と、電波強度データ取得部により電波強度データを取得した時の時刻を示す時刻データを取得する時刻データ取得部と、電波強度データ取得部により取得した電波強度データ、位置データ取得部により取得した位置データ、および時刻データ取得部により取得した時刻データを紐付けて第一の記憶部に記憶するよう制御する第一の記憶制御部とを備える。

10

【0018】

このような構成の無人航空機によると、所定の空間において高速で飛行する飛行本体部を利用して、電波測定装置における広い範囲の電波強度データを位置データおよび時刻データと共に効率的に取得することができる。したがって、電波状況を効率的に把握することができる。

20

【0019】

電波強度データ取得部は、1 m秒～100秒の時間間隔でスキャンして所定の周波数毎の電波強度データを取得するようにしてもよい。こうすることにより、より適切に無人航空機による移動に伴う電波強度の変化を連続的に把握することができる。

【0020】

また、位置データ取得部は、GNSS（全球測位衛星システム）から発信されるGNSS電波を受信する第二の受信部を含む構成とし、電波測定装置は、第二の受信部が上側に向くように飛行本体部に搭載されるようにしてもよい。こうすることにより、GNSS電波と、第一の受信部によって受信され、所定の空間において電波測定装置により測定される電波との混信を抑制することができる。

30

【0021】

この発明のさらに他の局面においては、電波測定装置の管理システムは、所定の空間の電波を測定する電波測定装置と、電波測定装置と無線通信が可能であって、電波測定装置が測定した電波のデータを管理する管理装置とを含む。電波測定装置は、データを記憶する第一の記憶部と、所定の周波数帯域の電波を受信する第一の受信部と、第一の受信部により受信された所定の周波数帯域の電波を、1 m秒～100秒の時間間隔でスキャンして所定の周波数毎の電波強度のデータである電波強度データを取得する電波強度データ取得部と、電波強度データ取得部により電波強度データを取得した時の電波測定装置の位置を示す位置データを取得する位置データ取得部と、電波強度データ取得部により電波強度データを取得した時の時刻を示す時刻データを取得する時刻データ取得部と、電波強度データ取得部により取得した電波強度データ、位置データ取得部により取得した位置データ、および時刻データ取得部により取得した時刻データを紐付けて第一の記憶部に記憶するよう制御する第一の記憶制御部と、第一の記憶部により記憶された電波強度データ、位置データ、および時刻データを無線通信により管理装置に所定のタイミングで送信するよう制御する送信制御部とを備える。管理装置は、データを記憶する第二の記憶部と、電波測定装置側から無線通信により受信した電波強度データ、位置データ、および時刻データを受信して第二の記憶部に記憶するよう制御する第二の記憶制御部と、第二の記憶部に記憶された電波強度データ、位置データ、および時刻データを所望の形式で出力するよう制御する出力制御部とを備える。

40

【0022】

このような構成の電波測定装置の管理システムは、管理装置において、電波測定装置に

50

より取得された電波強度データ、位置データ、および時刻データを取得し、第二の記憶部に記憶して、所望の形式で出力することとしている。そうすると、管理装置において所定の空間の電波状況の測定情報を適切に管理することができる。したがって、電波状況を効率的に把握することができる。

【0023】

また、無線通信による操縦により所定の空間における飛行が可能であって、電波測定装置を搭載する飛行本体部をさらに備える構成としてもよい。こうすることにより、高速で飛行本体部を飛行させて電波強度データを取得することができ、広い領域の電波状況を効率的に調査することができる。

【発明の効果】

【0024】

このような構成の電波測定装置、および無人航空機によると、電波状況を効率的に把握することができる。

【0025】

また、このような電波測定装置の管理システムによると、電波状況の測定情報を適切に管理することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】この発明の一実施形態に係る電波測定装置を搭載した無人航空機の外観を示す概略斜視図である。

【図2】この発明の一実施形態に係る電波測定装置の管理システムの構成を示すブロック図である。

【図3】図2に示す電波測定装置の管理システムを用いて所定の空間の電波強度を測定する場合の処理の流れを示すフローチャートである。

【図4】この発明の一実施形態に係る電波測定装置により測定された無人航空機の水平方向の位置データを示すグラフである。

【図5】この発明の一実施形態に係る電波測定装置により測定された無人航空機の高さ方向の位置データを示すグラフである。

【図6】この発明の一実施形態に係る電波測定装置により測定された電波強度データを示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0027】

次に、この発明に係る電波測定装置の一実施の形態を、図1～図6を参照しつつ説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付しその説明は繰返さない。

【0028】

図1は、この発明の一実施形態に係る電波測定装置を搭載した無人航空機の外観を示す概略斜視図である。図2は、この発明の一実施形態に係る電波測定装置の管理システムの構成を示すブロック図である。図1中の矢印Xで無人航空機の進行方向を示し、図1中の矢印Yで無人航空機の進行方向に垂直な方向を示し、図1中の矢印Zで無人航空機の高さ方向を示す。矢印Xで示す向きで、無人航空機が進む前向きを示し、矢印Zで示す向きで、無人航空機が上昇する向きを示す。

【0029】

図1および図2を参照して、この発明の一実施形態に係る電波測定装置21は、所定の空間の電波を測定する。ここでいう所定の空間とは、たとえば、敷地の面積として数十平方m(メートル)から数平方kmの間の範囲に属する領域であり、高さ、いわゆる高度として地上から数m、さらには数百mまでの範囲に属するものである。

【0030】

電波測定装置21は、無人航空機11に搭載されている。ここで、無人航空機11の構成について簡単に説明する。無人航空機11は、無線通信による操縦により所定の空間に

10

20

30

40

50

おける飛行が可能な飛行本体部 1 2 と、上記した電波測定装置 2 1 とを含む。ここで、飛行本体部 1 2 は、無人航空機 1 1 から電波測定装置 2 1 を除外したものである。

【 0 0 3 1 】

無人航空機 1 1 は、無人航空機 1 1 自体の動作を制御する制御部が内蔵された胴部 1 3 と、六つのブレード 1 4 a、1 4 b、1 4 c、1 4 d、1 4 e、1 4 f と、地上に降下した際に地上と接触する一対の脚部 1 5 a、1 5 b と、カメラ等の撮影機器や測定基材等を搭載する際に利用される取り付け部 1 6 と、無線通信の際に電波の送受信を行う無人航空機アンテナ 1 7 とを含む。六つのブレード 1 4 a ~ 1 4 f は、胴部 1 3 の中心からそれぞれ放射状に伸びる六つの支持部 1 8 a、1 8 b、1 8 c、1 8 d、1 8 e、1 8 f の先端部に取り付けられている。六つの支持部 1 8 a ~ 1 8 f は、それぞれ角度を 6 0 度ずつあけて設けられている。脚部 1 5 a、1 5 b は、胴部 1 3 の下方側から斜め方向に間隔をあけて伸びるように設けられている。地上に降下した際に、無人航空機 1 1 は、脚部 1 5 a、1 5 b が地面と当接する構成である。無人航空機アンテナ 1 7 は、胴部 1 3 の上部に取り付けられている。無人航空機アンテナ 1 7 は、無人航空機 1 1 の高さ方向に伸びるように設けられている。

10

【 0 0 3 2 】

無人航空機 1 1 は、無線通信による操縦により図 1 中の X 方向、Y 方向、Z 方向に飛行可能な構成である。無人航空機 1 1 の速度は、時速数 k m から時速数十 k m 程度まで種々の速度が設定される。

【 0 0 3 3 】

次に電波測定装置 2 1 の構成について説明する。電波測定装置 2 1 は、直方体形状の樹脂製の筐体 2 2 と、基板に実装される電波測定装置制御部 2 3 と、データを記憶する第一の記憶部としてのメモリ 2 4 と、所定の周波数帯域の電波を受信する第一の受信部としての第一のアンテナ 2 5 とを含む。メモリ 2 4 は、電波測定装置 2 1 に着脱自在に設けられていてもよい。なお、メモリ 2 4 としては、たとえば、SDメモリが採用される。電波測定装置制御部 2 3 を実装する基板は、筐体 2 2 に取り囲まれている。電波測定装置 2 1 の主な外形形状を構成する筐体 2 2 は、いわゆる小型であり、具体的には、X 方向で示す縦方向の長さが約 4 3 m m ( ミリメートル )、Y 方向で示す横方向の長さが約 6 5 m m、Z 方向で示す高さ方向の長さが約 2 5 m m である。なお、電波測定装置 2 1 は、比較的安価に製造可能な構成である。

20

30

【 0 0 3 4 】

電波測定装置 2 1 は、胴部 1 3 の上部に搭載するようにして取り付けられている。具体的には、無人航空機 1 1 の飛行中のバランス等を考慮して、Y 方向の中央であって、胴部 1 3 の後ろ側寄りに取り付けられている。

【 0 0 3 5 】

第一のアンテナ 2 5 は、いわゆる平面アンテナであり、筐体 2 2 の外部に設けられている。具体的には、第一アンテナ 2 5 は、紐状の接続部を介在させて筐体 2 2 の外部に設けられている。第一のアンテナ 2 5 は、所定の周波数帯域として、2 . 4 G H z ( ギガヘルツ ) ~ 2 . 5 G H z の範囲の周波数帯域、より具体的には、2 . 4 0 1 G H z ~ 2 . 4 9 3 G H z の周波数帯域の電波を受信する。なお、第一のアンテナ 2 5 は、紐状の部材で取り付けられ、その位置が固定されているため、無人航空機 1 1 の飛行中には、その位置が安定している。第一のアンテナ 2 5 として、このような平面アンテナを採用することにより、電波の受信方向をある程度制限して、より測定者の望む電波の受信を行うことができる。

40

【 0 0 3 6 】

電波測定装置 2 1 は、電波強度データ取得部 2 6 と、位置データ取得部 2 7 と、時刻データ取得部 2 8 と、第一の記憶制御部 2 9 とを含む。電波強度データ取得部 2 6 は、第一のアンテナ 2 5 により受信された 2 . 4 0 1 G H z ~ 2 . 4 9 3 G H z の周波数帯域の電波を、1 m ( ミリ ) 秒 ~ 1 0 0 秒の時間間隔、ここでは 1 0 0 m 秒でスキャンして所定、ここでは 1 M H z の周波数毎の電波強度のデータである電波強度データを取得する。位置

50



データ取得部 27 は、全球測位衛星システム (GNSS (Global Navigation Satellite System)) から発信される GNSS 電波の一つである GPS (Global Positioning System) データを受信する第二の受信部としての第二のアンテナ 31 を含む。位置データ取得部 27 は、電波強度データ取得部 26 により電波強度データを取得した時の電波測定装置 21 の位置を示す位置データである GPS データを第二のアンテナ 31 を経由して取得する。すなわち、位置データ取得部 27 は、100m 秒毎に位置データである GPS データを取得する。時刻データ取得部 28 は、電波強度データ取得部 26 により電波強度データを取得した時の時刻を示す時刻データを GPS データから取得する。すなわち、時刻データ取得部 28 は、100m 秒毎に時刻データを取得する。なお、位置データ取得部 27 により位置データを取得するタイミングと、時刻データ取得部 28 により時刻データを取得するタイミングとは、同じとなる。第一の記憶制御部 29 は、電波強度データ取得部 26 により取得した電波強度データ、位置データ取得部 27 により取得した位置データ、および時刻データ取得部 28 により取得した時刻データを紐付けてメモリ 24 に記憶するように制御する。

10

20

30

40

50

#### 【0037】

電波測定装置 21 は、電波測定装置 21 の移動する方位を示す方位データを取得する方位データ取得部としての地磁気センサー 33 を備える。地磁気センサー 33 は、電波強度データ取得部 26 により電波強度データを取得した時の電波測定装置 21 の移動する方位を示す方位データを取得する。また、第一の記憶制御部 29 は、地磁気センサー 33 により取得した方位データを電波強度データに紐付けてメモリ 24 に記憶するように制御する。

#### 【0038】

電波測定装置 21 は、電波測定装置 21 の加速度を検出する加速度センサー 34 と、電波測定装置 21 の角速度を検出するジャイロセンサー 35 と、電波測定装置 21 に電力を供給する内蔵のバッテリー 36 とを備える。加速度センサー 34 は、電波強度データ取得部 26 により電波強度データを取得した時の加速度データを取得する。ジャイロセンサー 35 は、電波強度データ取得部 26 により電波強度データを取得した時の角速度データを取得する。第一の記憶制御部 29 は、加速度センサー 34 により取得した加速度データおよびジャイロセンサー 35 により取得した角速度データを電波強度データに紐付けてメモリ 24 に記憶するように制御する。

#### 【0039】

また、電波測定装置 21 は、外部と無線通信を行う電波測定装置無線通信部 37 と、送信制御部 38 とを含む。電波測定装置無線通信部 37 は、この場合、後述する管理装置 41 と無線通信を行う。送信制御部 38 は、メモリ 24 により記憶された電波強度データ、位置データ、および時刻データを無線通信により管理装置 41 に所定のタイミングで送信するように制御する。

#### 【0040】

次に、この発明に係る電波測定装置 21 の管理システム 19 に含まれる管理装置 41 の構成について説明する。管理装置 41 は、電波測定装置 21 と無線通信が可能な構成である。管理装置 41 は、管理装置 41 自身を制御する管理装置制御部 42 と、管理装置 41 と外部との無線通信を確立させる管理装置無線通信部 43 と、データを記憶する第二の記憶部としてのハードディスク 44 とを備える。管理装置制御部 42 は、電波測定装置 21 側から無線通信により受信した電波強度データ、位置データ、および時刻データを受信してハードディスク 44 に記憶するように制御する第二の記憶制御部 45 と、ハードディスク 44 に記憶された電波強度データ、位置データ、および時刻データを所望の形式で出力するように制御する出力制御部 46 とを備える。なお、管理装置 41 としては、たとえば、データベースサーバーやコンピューター等を採用することができる。また、第二の記憶部として、たとえば、大容量メモリを採用することもできる。

#### 【0041】

次に、無人航空機 11 に搭載した電波測定装置 21 の管理システム 19 を用いて所定の空間の電波強度を測定する場合について説明する。図 3 は、図 2 に示す電波測定装置 21

の管理システム 19 を用いて所定の空間の電波強度を測定する場合の処理の流れを示すフローチャートである。

【0042】

併せて図3を参照して、まず、電波測定装置21を搭載した無人航空機11を準備する。すなわち、図1に示すような無人航空機11を準備する。この場合、上記したように飛行本体部12の胴部13の上側に電波測定装置21を搭載するようにして取り付け、準備する。

【0043】

そして、電波強度を測定したい空間内において無人航空機11の飛行を開始させる(図3において、ステップS11、以下、「ステップ」を省略する)。この場合、無線通信により無人航空機11を操作者の操縦により飛行させる。

10

【0044】

そうすると、第一のアンテナ25により2.401GHz~2.493GHzの範囲の周波数帯域の電波を受信する(S12)。その後、電波強度データ取得部26は、100m秒毎の電波強度データを取得する(S13)。具体的には、受信した電波の周波数を1MHz毎に順次スキャンして合計93点の電波強度データを取得する。ここで、電波強度データの取得時において、位置データおよび時刻データもそれぞれ位置データ取得部27および時刻データ取得部28により取得する(S14)。

【0045】

その後、第一の記憶制御部29は、取得された電波強度データ、取得された位置データ、および取得された時刻データをメモリ24に記憶する(S15)。そして、送信制御部38は、メモリ24により記憶された電波強度データ、位置データ、および時刻データを無線通信により管理装置41に所定のタイミングで送信するよう制御する(S16)。ここで、所定のタイミングとしては、たとえば、100m秒毎に電波強度データ等を送信するよう制御する。この場合、電波測定装置無線通信部37と管理装置無線通信部43を経由して行う。なお、この場合、いわゆるリアルタイムの送信とほぼ同等となる。

20

【0046】

管理装置41は、送信された電波強度データ、位置データ、および時刻データを受信する(S17)。そして、第二の記憶制御部45は、電波測定装置21側から無線通信により受信した電波強度データ、位置データ、および時刻データを受信してハードディスク44に記憶するよう制御する(S18)。これを、飛行が終了するまで行う(S19において、YES)。なお、無人航空機11の飛行については、測定者が所定の空間内をくまなく無人航空機11により飛行させることにより行われる。

30

【0047】

なお、ハードディスク44に記憶された電波強度データ、位置データ、および時刻データは、ユーザーの所望する形式で出力される。すなわち、管理装置41に含まれる出力制御部46は、ハードディスク44に記憶された電波強度データ、位置データ、および時刻データを所望の形式で出力するよう制御する。

【0048】

図4は、この発明の一実施形態に係る電波測定装置21により測定された無人航空機11の水平方向の位置データを示すグラフである。図4中、縦軸は緯度(°)を示し、横軸は経度(°)を示す。図5は、この発明の一実施形態に係る電波測定装置21により測定された無人航空機11の高さ方向の位置データを示すグラフである。図5中、縦軸は高さ(m)を示し、横軸は経度(°)を示す。図6は、この発明の一実施形態に係る電波測定装置21により測定された電波強度データを示すグラフである。図6中、縦軸は電波強度(dBM)を示し、横軸は周波数(MHz)を示す。図4~図6については、たとえば、管理装置41に接続されるディスプレイにおける表示画面において表示される図である。

40

【0049】

併せて図4~図6を参照して、無人航空機11がどのような軌跡を描いて飛行しているか、すなわち、図4を参照して、位置データから水平方向のどの位置を飛行しているかを

50

把握することができる。また、図5を参照して、位置データから高さ方向のどの位置を飛行しているかを把握することができる。そして、図4および図5に示す位置データに対応する時刻データおよび電波強度データから、各位置における電波状況を把握することができる。図6を参照して、図4および図5に示すある位置47における電波状況を把握することができる。具体的には、図6中の周波数が2.462MHz~2.474MHzの範囲内において、電波強度が-50dBmよりも高くなっている。すなわち、この位置47において、周波数2.462MHz~2.474MHzの電波強度が他の周波数よりも高くなっていることを視覚的に容易に把握することができる。

#### 【0050】

以上より、このような構成によれば、100m秒の時間間隔といった非常に短い時間間隔でスキャンして電波強度データを取得し、さらに電波強度データを取得した際の位置データおよび時刻データも取得しているため、たとえば、広い敷地において電波測定装置21を高速で移動させて電波強度を測定した場合でも、各位置および各時刻における電波強度データを精度よく取得することができる。そして、メモリ24に記憶され、それぞれ紐付けられた電波強度データ、位置データ、および時刻データに基づいて、所定の空間内における各位置および各時刻の電波状況を正確に知ることができる。したがって、このような構成の電波測定装置21は、電波状況を効率的に把握することができる。

10

#### 【0051】

また、このような無人航空機11によると、所定の空間において高速で飛行する飛行本体部を利用して、電波測定装置21における広い範囲の電波強度データを位置データおよび時刻データと共に効率的に取得することができる。したがって、電波状況を効率的に把握することができる。

20

#### 【0052】

また、このような電波測定装置21の管理システム19は、管理装置41において、電波測定装置21により取得された電波強度データ、位置データ、および時刻データを取得し、ハードディスク44に記憶して、所望の形式で出力することとしている。そうすると、管理装置41において所定の空間の電波状況の測定情報を適切に管理することができる。したがって、電波状況を効率的に把握することができる。また、ハードディスク44に記憶された電波強度データ等を、管理装置41においてGIS(Geographic Information System)(地理情報システム)における情報として一元管理して配布等することができる。

30

#### 【0053】

また、本実施形態においては、電波測定装置21は、メモリ24により記憶された電波強度データ、位置データ、およびデータを無線通信により外部に出力する電波測定装置無線通信部37をさらに備える構成であるため、記憶された電波強度データ、位置データ、および時刻データをリアルタイムで無線通信により外部、ここでは管理装置41に出力することができる。したがって、より適切に測定者の要求する位置における電波強度データを測定することができる。

#### 【0054】

また、本実施形態においては、位置データは、電波測定装置21の高さのデータを含むため、所定の空間における高さ方向に対応した電波強度データを取得することができ、より測定者の望む電波強度データを取得することができる。特に、この場合、より広い範囲で高さ方向の電波強度データを取得することができ、三次元的により正確に所定の空間における電波状況を把握することができる。

40

#### 【0055】

また、本実施形態においては、電波測定装置21は、電波測定装置21の移動する方位を示す方位データを取得する地磁気センサー33を備え、第一の記憶制御部29は、地磁気センサー33により取得した方位データを電波強度データに紐付けてメモリ24に記憶するよう制御しているため、さらに方位データも併せて、より正確に連続的に移動する電波測定装置21の位置を把握することができる。

50

## 【 0 0 5 6 】

また、本実施形態においては、位置データ取得部 2 7 は、全球測位衛星システム (GNSS) から発信される GNSS 電波を受信する第二のアンテナ 3 1 を含むため、電波測定装置 2 1 の位置データをより精度よく取得することができる。

## 【 0 0 5 7 】

また、本実施形態においては、第一のアンテナ 2 5 は、紐状の接続部を介在させて筐体 2 2 の外部に設けられているため、より適切に電波を受信することができる。特に、この場合、下方側や後方側に第一のアンテナ 2 5 を位置させて、主に上方側において受信する位置データを取得する際の電波との混信を抑制することができる。

## 【 0 0 5 8 】

また、本実施形態においては、位置データ取得部 2 7 は、GNSS (全球測位衛星システム) から発信される GNSS 電波を受信する第二のアンテナ 3 1 を含み、電波測定装置 2 1 は、第二のアンテナ 3 1 が上側に向くように飛行本体部 1 2 に搭載されるため、GNSS 電波と所定の空間において電波測定装置 2 1 により測定される電波との混信を抑制することができる。

## 【 0 0 5 9 】

なお、上記の実施の形態においては、電波強度データを取得する時間間隔を 1 0 0 m 秒としたが、これに限らず、電波強度データを取得する時間間隔を 1 m 秒 ~ 1 0 0 秒の範囲にするとよい。このような範囲によれば、必要以上にデータを取得するおそれを低減することができる。取得した位置データおよび取得した時刻データにおける取得した電波強度データのずれの影響を低減することができる。より好ましくは、1 0 m 秒 ~ 1 秒の範囲の範囲とするとよい。ここで、無人航空機 1 1 に電波測定装置 2 1 を搭載した際に、無人航空機 1 1 の速度に応じて、測定する時間間隔を変更するようにしてもよい。たとえば、無人航空機 1 1 の速度が速くなるにつれ、測定する時間間隔を短くするよう制御する。このような構成とすれば、無人航空機 1 1、引いては、電波測定装置 2 1 の移動速度に関わらず、精度のよい電波強度の測定が可能となる。

## 【 0 0 6 0 】

また、上記の実施の形態においては、方位データ取得部としての地磁気センサー 3 3 を備える構成としたが、これに限らず、方位データ取得部を備えない構成としてもよい。また、GPS データを取得して、位置データを取得することとしたが、これに限らず、他の手法により位置データを取得することとしてもよい。

## 【 0 0 6 1 】

また、位置データ等と共に取得され、メモリ 2 4 に記憶された加速度データや角速度データを位置データ等と共に出力して電波状況の把握に利用することとしてもよい。すなわち、電波測定装置 2 1 は、電波強度データ取得部 2 6 により電波強度データを取得した時の電波測定装置 2 1 の姿勢を示す姿勢データを取得する姿勢データ取得部をさらに備える構成としてもよい。測定する電波の電波源の方位データ等を適切に取得することができる。このような構成を採用すれば、上記した地磁気センサーを省略する構成とすることもできる。また、無人航空機 1 1 自体の姿勢の制御に反映させることもできる。さらには、取得された電波測定装置 2 1 の姿勢データを無人航空機 1 1 自体の姿勢データと照らし合わせて、電波測定装置 2 1 の無人航空機 1 1 への取り付け状況の確認に利用することができる。具体的には、無人航空機 1 1 の姿勢データと電波測定装置 2 1 の姿勢データとの間にずれが生じている場合、無人航空機 1 1 への電波測定装置 2 1 の取り付け不良や不具合が発生したと想定し、取り付け状況のチェックを促すことができる。

## 【 0 0 6 2 】

なお、上記の実施の形態においては、第二のアンテナ 3 1 については、筐体 2 2 の外部に設けることとしたが、これに限らず、筐体 2 2 の内部側に設けることとしてもよい。また、電波測定装置 2 1 は、第二のアンテナ 3 1 が上側に向くように飛行本体部 1 2 に搭載されることとしたが、これに限らず、混信が発生しない状況や混信を防止する手法が搭載されていれば、第二のアンテナ 3 1 の向きについては、任意に定めてもよい。

10

20

30

40

50

## 【0063】

また、上記の実施の形態においては、第一のアンテナ25として、平面アンテナを採用することとしたが、これに限らず、スリーブアンテナのような紐状のアンテナとしてもよい。この場合、ストロー状の部材を準備して、この部材の中に紐状のアンテナを挿入し、位置を安定させるようにするとよい。さらには、紐状のアンテナの先端部に、指向性のアンテナを取り付けることとしてもよい。こうすることにより、電波の受信方向を大まかに制限して指向性を良好にし、より測定者の望む、測定したい電波を受信しやすくすることができる。すなわち、アンテナには、種々の機能を有するものがあるため、アンテナを変更し、そのアンテナの特徴に従って、種々の条件で電波強度を取得することができる。なお、第一のアンテナ25として、筐体22に内蔵されるタイプのアンテナでもよい。

10

## 【0064】

また、上記の実施の形態において、所定の周波数帯域は、2.4GHz~2.5GHzの範囲としたが、これに限らず、ユーザーの要望する周波数帯域がより狭い範囲であれば、その範囲、たとえば、2.401GHz~2.450GHzの範囲としてもよいし、2.4GHzよりも周波数の低い帯域、2.5GHzよりも周波数の高い帯域としてもよい。さらに、所定の周波数として1MHzに限らず、要求される精度に応じて、他の周波数、たとえば、0.5MHzや2MHzを選択してもよい。

## 【0065】

なお、上記の実施の形態においては、無人航空機11は、六枚のブレード14a~14fを備えることとしたが、ブレードの枚数については特に限定されず、たとえば、二枚のブレードや四枚のブレード、八枚のブレード、さらには十枚以上のブレードを備える構成としてもよい。すなわち、無人航空機11における飛行形態について、特に限定されるものではない。

20

## 【0066】

また、上記の実施の形態において、電波測定装置21を無人航空機11に搭載する場合について説明したが、これに限らず、所定の速度で移動する物体、たとえば、地上から数m程度までの電波しか測定できないが、無線通信による操縦が可能な地上を走る無人車両や海上を走る無人船舶やタクシーに電波測定装置21を搭載して、電波強度を測定することとしてもよい。

## 【0067】

なお、時刻データ取得部28は、電波測定装置21に内蔵されるタイマーを含む構成とし、時刻データ取得部28は、電波強度データ取得部26により電波強度データを取得した時の時刻を示す時刻データをタイマーから取得するようにしてもよい。こうすることにより、GNSSデータから時刻データが取得できない場合でも対応することができる。特に室内等においては、このような構成を採用するのが好適である。もちろん、双方の時刻取得を行い、GNSSデータが取得できなくなった状況において、タイマーから時刻データを取得するよう構成してもよい。

30

## 【0068】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、どのような面からも制限的なものではないと理解されるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなく、特許請求の範囲によって規定され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

40

## 【産業上の利用可能性】

## 【0069】

本願の電波測定装置、無人航空機、および電波測定装置の管理システムは、電波状況の効率的な把握が求められる場合に、特に有利に適用され得る。

## 【符号の説明】

## 【0070】

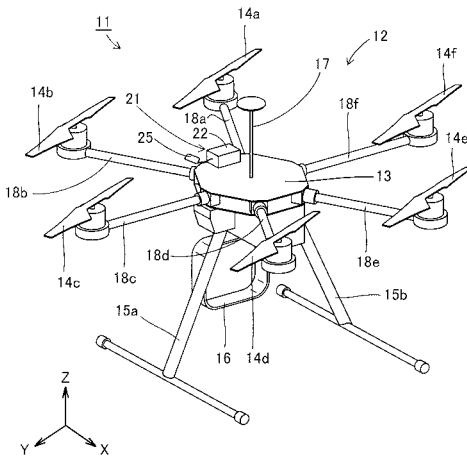
11 無人航空機、12 飛行本体部、13 胴部、14a, 14b, 14c, 14d, 14e, 14f ブレード、15a, 15b 脚部、16 取り付け部、17 無人航空

50

機アンテナ、18a, 18b, 18c, 18d, 18e, 18f 支持部、19 電波測定装置の管理システム、21 電波測定装置、22 筐体、23 電波測定装置制御部、24 メモリ、25 第一のアンテナ、26 電波強度データ取得部、27 位置データ取得部、28 時刻データ取得部、29 第一の記憶制御部、31 第二のアンテナ、33 地磁気センサー、34 加速度センサー、35 ジャイロセンサー、36 バッテリー、37 電波測定装置無線通信部、38 送信制御部、41 管理装置、42 管理装置制御部、43 管理装置無線通信部、44 ハードディスク、45 第二の記憶制御部、46 出力制御部、47 位置。

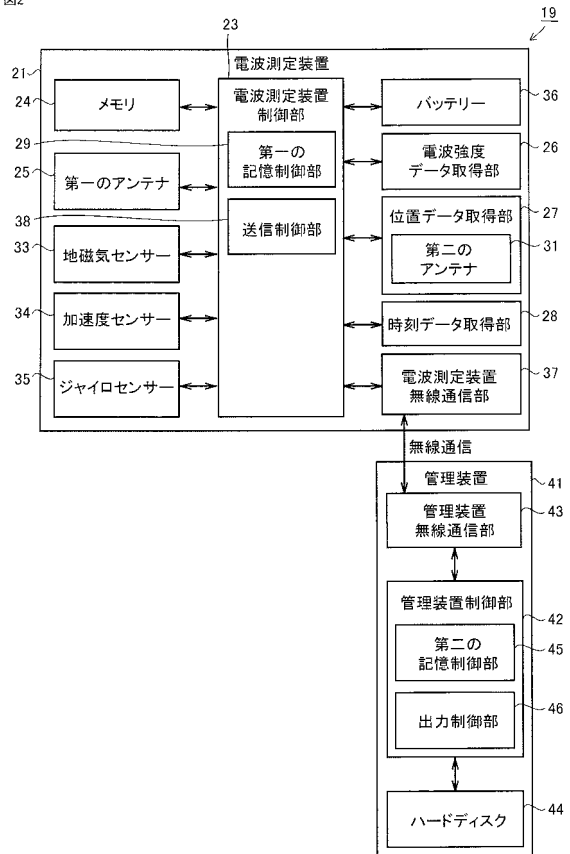
【図1】

図1



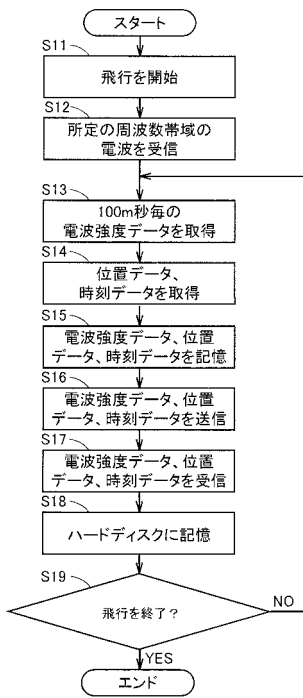
【図2】

図2



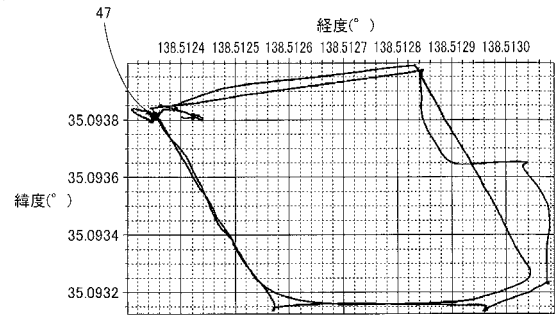
【 図 3 】

図3



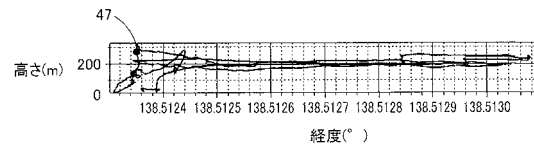
【 図 4 】

図4



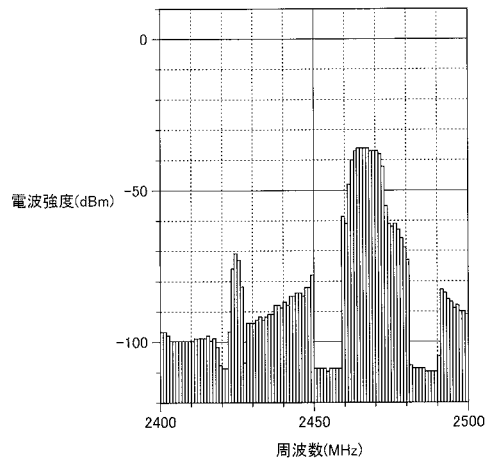
【 図 5 】

図5



【 図 6 】

図6



---

フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 弘光  
静岡県浜松市中区上島3丁目2-7番7号 株式会社アローセブン内
- (72)発明者 梅津 慎二郎  
静岡県浜松市中区上島3丁目2-7番7号 株式会社アローセブン内
- (72)発明者 瀬崎 慎吾  
静岡県浜松市中区上島3丁目2-7番7号 株式会社アローセブン内
- (72)発明者 小栗 幹一  
静岡県沼津市高島本町1-3番地2-5号 日本DMC株式会社内
- (72)発明者 安田 憲太  
静岡県沼津市高島本町1-3番地2-5号 日本DMC株式会社内