



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110879606 A

(43)申请公布日 2020.03.13

(21)申请号 201910807387.4

B64D 47/00(2006.01)

(22)申请日 2019.08.29

B64C 27/08(2006.01)

(30)优先权数据

2018-165872 2018.09.05 JP

(71)申请人 横河电机株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 谷口功一 伊贺光博

(74)专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理
有限责任公司 11290

代理人 李成必 李雪春

(51)Int.Cl.

G05D 1/10(2006.01)

G05D 1/08(2006.01)

G05B 19/04(2006.01)

G01D 21/02(2006.01)

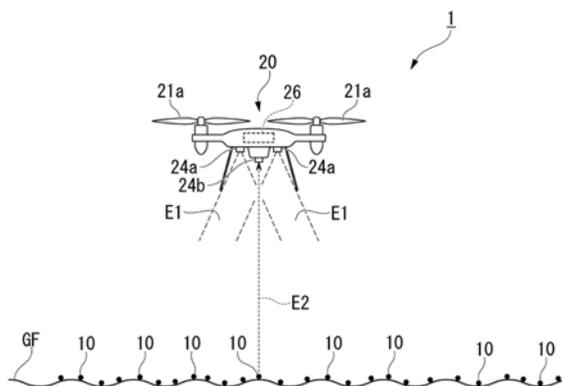
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

环境信息收集系统和航空器

(57)摘要

本发明提供环境信息收集系统和航空器,环境信息收集系统收集地球表面或地球表层中的环境信息,其包括:传感器元件,散布于进行环境信息收集的对象区域,针对特定波长的电磁波的反射特性、透射特性、吸收特性和冷发光特性,以及自发光特性中的至少一个特性,根据环境而变化;以及航空器,通过接收从传感器元件获得的电磁波来收集对象区域的环境信息。



1. 一种环境信息收集系统,收集地球表面或地球表层中的环境信息,其特征在于包括:传感器元件,散布于进行环境信息收集的对象区域,针对特定波长的电磁波的反射特性、透射特性、吸收特性和冷发光特性,以及自发光特性中的至少一个特性,根据环境而变化;以及

航空器,通过接收从所述传感器元件获得的电磁波来收集所述对象区域的环境信息。

2. 根据权利要求1所述的环境信息收集系统,其特征在于,所述航空器包括:

接收部,接收从所述传感器元件获得的电磁波;以及
存储部,存储所述接收部的接收结果。

3. 根据权利要求1或2所述的环境信息收集系统,其特征在于,所述航空器包括将所述特定波长的电磁波向所述对象区域发送的发送部。

4. 根据权利要求1或2所述的环境信息收集系统,其特征在于,所述特定波长的电磁波是毫米波、太赫兹波、红外线、可见光线、紫外线或X射线。

5. 根据权利要求1或2所述的环境信息收集系统,其特征在于,从所述传感器元件获得的电磁波是波长与所述特定波长的电磁波不同的电磁波。

6. 根据权利要求1或2所述的环境信息收集系统,其特征在于,所述航空器包括:

多个旋转翼;以及

飞行控制部,按照预先设定的表示飞行路径的飞行路径信息来控制所述旋转翼,使所述航空器沿所述飞行路径自主飞行。

7. 根据权利要求1或2所述的环境信息收集系统,其特征在于,所述航空器还包括将所述传感器元件散布于所述对象区域的散布装置。

8. 根据权利要求1或2所述的环境信息收集系统,其特征在于,所述传感器元件包含肥料成分。

9. 根据权利要求2所述的环境信息收集系统,其特征在于,所述航空器还包括检测所述航空器的位置信息的位置检测部,

所述存储部将所述接收部的接收结果与由所述位置检测部检测的所述位置信息一起存储。

10. 根据权利要求9所述的环境信息收集系统,其特征在于,所述航空器还包括输出部,所述输出部将由所述存储部存储的所述接收结果和所述位置信息向外部输出。

11. 根据权利要求1或2所述的环境信息收集系统,其特征在于,所述环境信息表示水分量、温度、pH和日照量中的至少一个。

12. 一种航空器,收集地球表面或地球表层中的环境信息,其特征在于包括:

接收从传感器元件获得的电磁波的接收部,所述传感器元件散布于进行环境信息收集的对象区域,针对特定波长的电磁波的反射特性、透射特性、吸收特性和冷发光特性,以及自发光特性中的至少一个特性,根据环境而变化;以及

存储部,存储所述接收部的接收结果。

13. 根据权利要求12所述的航空器,其特征在于,包括将所述特定波长的电磁波向所述对象区域发送的发送部。

14. 根据权利要求12或13所述的航空器,其特征在於,所述特定波长的电磁波是毫米波、太赫兹波、红外线、可见光线、紫外线或X射线。

15. 根据权利要求12或13所述的航空器,其特征在於,从所述传感器元件获得的电磁波是波长与所述特定波长的电磁波不同的电磁波。

16. 根据权利要求12或13所述的航空器,其特征在於还包括:

多个旋转翼;以及

飞行控制部,按照预先设定的表示飞行路径的飞行路径信息来控制所述旋转翼,使所述航空器沿所述飞行路径自主飞行。

17. 根据权利要求12或13所述的航空器,其特征在於,还包括将所述传感器元件散布于所述对象区域的散布装置。

18. 根据权利要求12或13所述的航空器,其特征在於,所述传感器元件包含肥料成分。

19. 根据权利要求12或13所述的航空器,其特征在於,

还包括检测所述航空器的位置信息的位置检测部,

所述存储部将所述接收部的接收结果与由所述位置检测部检测的所述位置信息一起存储。

20. 根据权利要求19所述的航空器,其特征在於还包括输出部,所述输出部将由所述存储部存储的所述接收结果和所述位置信息向外部输出。

环境信息收集系统和航空器

技术领域

[0001] 本发明涉及环境信息收集系统和航空器。

[0002] 本申请基于2018年9月5日提交的日本专利申请第2018-165872号而主张优先权，并将其内容援引于此。

背景技术

[0003] 在农业领域、渔业领域、矿业领域以及其他各种领域中，有时需要地球表面或者地球表层中的温度、湿度、气压以及其他环境信息。以农业领域为例，有时需要农作物生长的土壤中的水分量、温度、pH、日照量等环境信息。如果有这样的环境信息，则例如能够掌握水、农药不足的场所和不足量，因此，能够实现水、农药的使用量的最佳化(向需要的场所仅散布所需量的水、农药)。

[0004] 近年来，在农业领域中，谋求农业的工业化和大规模化，以使用少量的工作者廉价地生产大量的农作物。在谋求工业化和大规模化的大规模农场中，例如采用洒水车对广阔的农田进行洒水，采用飞机、直升机进行播种、农药散布，采用大型联合收割机进行农作物(例如大米、小麦、大豆、玉米等谷物)的收获。

[0005] 在这样的大规模农场中，多数情况下会使用所需量以上的水、农药，担心环境问题。例如，因为使用大量的水，所以担心可能会由于水资源枯竭而导致干旱。另外，因为使用大量的农药，所以担心可能会由于出现大量的对农药有耐药性的虫类而导致发生虫害。因此，为了保护环境并实现可持续的农业，在大规模农场中也期望获得水分量、温度、pH、日照量等环境信息，实现水、农药的使用量的最佳化。

[0006] 在日本特开2015-141537号公报中公开了为了支援农业工作而对田地的状态进行观测的田地观测系统。该田地观测系统具备管理装置(母机)和设置于田地的田地观测装置(子机)，其中，田地观测装置(子机)具有通信部和设有测定温度等的各种传感器的检测部。在携带有管理装置的工作者接近田地观测装置的情况下，从管理装置向田地观测装置发送请求，将存储于田地观测装置的测定结果通过近距离无线通信等发送至管理装置。

[0007] 在日本特开2015-141537号公报公开的田地观测系统中，通过设置多个作为子机的田地观测装置，能够获得环境信息的分布(例如土壤中含有的水分量的二维分布)。因此也可以认为：例如若隔着一定间隔设置庞大数量的田地观测装置，则在前述的大规模农场中也能够获得环境信息的分布。

[0008] 然而，在日本特开2015-141537号公报公开的田地观测系统中使用的田地观测装置利用电池工作，需要定期地更换电池。因为在大规模农场中对广阔农田设置庞大数量的田地观测装置，所以为了对全部的田地观测装置更换电池，需要大量的劳力和很长的时间，存在少量的工作者难以应对的问题。

[0009] 另外，在日本特开2015-141537号公报公开的田地观测系统中，为了获得存储于田地观测装置的测定结果，携带着管理装置的工作者必须接近田地观测装置。因为在大规模农场中对广阔农田设置有庞大数量的田地观测装置，所以为了获得全部的田地观测装置的

测定结果,携带着管理装置的工作者必须在广阔农田中来回走动而接近全部的田地观测装置,需要大量的劳力和很长的时间,存在少量的工作者难以应对的问题。

发明内容

[0010] 为了解决上述课题,本发明一种方式的环境信息收集系统是收集地球表面或地球表层中的环境信息的环境信息收集系统(1),其包括:传感器元件(10),散布于进行环境信息收集的对象区域(TA),针对特定波长的电磁波(E1)的反射特性、透射特性、吸收特性和冷发光特性,以及自发光特性中的至少一个特性,根据环境而变化;以及航空器(20),通过接收从所述传感器元件获得的电磁波(E2)来收集所述对象区域的环境信息。

[0011] 此外,在本发明一种方式的环境信息收集系统中,所述航空器包括:接收部(24b),接收从所述传感器元件获得的电磁波;以及存储部(24c),存储所述接收部的接收结果。

[0012] 此外,在本发明一种方式的环境信息收集系统中,所述航空器包括将所述特定波长的电磁波向所述对象区域发送的发送部(24a)。

[0013] 此外,在本发明一种方式的环境信息收集系统中,所述特定波长的电磁波是毫米波、太赫兹波、红外线、可见光线、紫外线或X射线。

[0014] 此外,在本发明一种方式的环境信息收集系统中,从所述传感器元件获得的电磁波是波长与所述特定波长的电磁波不同的电磁波。

[0015] 此外,在本发明一种方式的环境信息收集系统中,所述航空器包括:多个旋转翼(21a);以及飞行控制部(23),按照预先设定的表示飞行路径(RT)的飞行路径信息(FT)来控制所述旋转翼,使所述航空器沿所述飞行路径自主飞行。

[0016] 此外,在本发明一种方式的环境信息收集系统中,所述航空器包括将所述传感器元件散布于所述对象区域的散布装置(26)。

[0017] 此外,在本发明一种方式的环境信息收集系统中,所述传感器元件包含肥料成分。

[0018] 此外,在本发明一种方式的环境信息收集系统中,所述航空器还包括检测所述航空器的位置信息的位置检测部(23b),所述存储部将所述接收部的接收结果与由所述位置检测部检测的所述位置信息一起存储。

[0019] 此外,在本发明一种方式的环境信息收集系统中,所述航空器还包括输出部(24d),所述输出部(24d)将由所述存储部存储的所述接收结果和所述位置信息向外部输出。

[0020] 此外,在本发明一种方式的环境信息收集系统中,所述环境信息表示水分量、温度、pH和日照量中的至少一个。

[0021] 本发明一种方式的航空器是收集地球表面或地球表层中的环境信息的航空器(20),其包括:接收从传感器元件(10)获得的电磁波(E2)的接收部(24b),所述传感器元件(10)散布于进行环境信息收集的对象区域,针对特定波长的电磁波(E1)的反射特性、透射特性、吸收特性和冷发光特性,以及自发光特性中的至少一个特性,根据环境而变化;以及存储部(24c),存储所述接收部的接收结果。

[0022] 此外,本发明一种方式的航空器包括将所述特定波长的电磁波向所述对象区域发送的发送部(24a)。

[0023] 此外,在本发明一种方式的航空器中,所述特定波长的电磁波是毫米波、太赫兹

波、红外线、可见光线、紫外线或X射线。

[0024] 此外,在本发明一种方式的航空器中,从所述传感器元件获得的电磁波是波长与所述特定波长的电磁波不同的电磁波。

[0025] 此外,本发明一种方式的航空器还包括:多个旋转翼(21a);以及飞行控制部(23),按照预先设定的表示飞行路径(RT)的飞行路径信息(FT)来控制所述旋转翼,使所述航空器沿所述飞行路径自主飞行。

[0026] 此外,本发明一种方式的航空器还包括将所述传感器元件散布于所述对象区域的散布装置(26)。

[0027] 此外,在本发明一种方式的航空器中,所述传感器元件包含肥料成分。

[0028] 此外,本发明一种方式的航空器还包括检测所述航空器的位置信息的位置检测部(23b),所述存储部将所述接收部的接收结果与由所述位置检测部检测的所述位置信息一起存储。

[0029] 此外,本发明一种方式的航空器还包括输出部(24d),所述输出部(24d)将由所述存储部存储的所述接收结果和所述位置信息向外部输出。

[0030] 根据本发明,能够获得以下效果:无需大量的劳力,就能够短时间且容易地获得地球表面或者地球表层中的环境信息。

[0031] 根据参照附图在下面叙述的实施方式的详细说明,可以清楚地了解本发明的进一步的特征和方式。

附图说明

[0032] 图1是表示本发明一个实施方式的环境信息收集系统的概要的图。

[0033] 图2A是表示本发明一个实施方式的环境信息收集系统中使用的传感器元件的第一例的断面图。

[0034] 图2B是表示本发明一个实施方式的环境信息收集系统中使用的传感器元件的第一例的断面图。

[0035] 图3A是表示本发明一个实施方式的环境信息收集系统中使用的传感器元件的第二例的断面图。

[0036] 图3B是表示本发明一个实施方式的环境信息收集系统中使用的传感器元件的第二例的断面图。

[0037] 图4是表示本发明一个实施方式的环境信息收集系统中使用的传感器元件的第三例的断面图。

[0038] 图5是表示本发明一个实施方式的环境信息收集系统中使用的传感器元件的第四例的断面图。

[0039] 图6是表示本发明一个实施方式的作为航空器的无人机的要部构成的框图。

[0040] 图7是用于对使用了本发明一个实施方式的环境信息收集系统的环境信息收集方法进行说明的俯视图。

[0041] 图8是表示本发明一个实施方式中收集的环境信息的一个例子的图。

具体实施方式

[0042] 参照优选的实施方式对本发明的实施方式进行说明。本领域技术人员采用本发明的启示能够实现本实施方式的多种代替手段,本发明并不限定于在此说明的优选的本实施方式。

[0043] 本发明的一个方式提供无需大量的劳力就能够短时间且容易地获得地球表面或者地球表层中的环境信息的环境信息收集系统和航空器。

[0044] 以下参照附图,对本发明一个实施方式的环境信息收集系统和航空器进行详细说明。

[0045] 〈环境信息收集系统〉

[0046] 图1是表示本发明一个实施方式的环境信息收集系统的概要的图。如图1所示,本实施方式的环境信息收集系统1具备散布于地表GF的传感器元件10和无人机20(航空器),无人机20向散布有传感器元件10的地表GF发送特定波长的电磁波E1,并且无人机20接收从传感器元件10获得的电磁波E2,由此收集地表GF的环境信息(例如水分量、温度、pH、日照量等)。

[0047] 传感器元件10是如下的元件:散布于被收集地表GF上的环境信息的区域(对象区域TA:参照图7),针对特定波长的电磁波E1的反射特性、透射特性、吸收特性和冷发光(Luminescence)特性,以及自发光特性中的至少一个特性根据周围环境而变化。例如是针对电磁波E1的反射特性和透射特性根据地表GF的温度而变化的元件,或者是从传感器元件10发出的荧光或者磷光的强度等根据地表GF的水分量、pH而变化的元件(冷发光特性变化的元件),或者是化学(自身)发光的发光强度根据地表GF的温度而变化的元件(自发光特性变化的元件)。另外,作为自发光特性变化的元件,可以使用包含荧光素酶等发光酶的元件。

[0048] 上述特性的变化可以是量的变化,也可以是质的变化。作为量的变化,例如可以例示针对特定波长的电磁波E1的反射率、透射率、吸收率、电磁波E1向荧光或者磷光的转换率、以及发光强度中的至少一个特性根据环境变化而变化。作为质的变化,例如可以例示针对特定波长的电磁波E1的反射波长、透射波长、吸收波长、冷发光释放波长和发光波长中的至少一个特性根据环境变化而变化。

[0049] 优选传感器元件10是固体物质,具有预定的形状。传感器元件10的形状没有特别限定,能够采用球状、板状、立方体状、圆柱状、多棱柱状、圆锥状、多棱锥状、以及其他任意的形状。作为板状的情况,可以例示俯视形状是圆形、椭圆形、多边形、矩形等形状。另外,传感器元件的形状例示了上述的预定形状,但是传感器元件的形状也可以是不定形。

[0050] 散布于地表GF上的传感器元件10的数量是任意的。例如,在农业领域中使用的传感器元件10可以是每1[m²]为几百~几十万个左右。另外,希望注意的是:在此例示的传感器元件10的数量仅为一个例子,可以比例示的数量少,也可以比例示的数量多。

[0051] 传感器元件10可以是具有生物分解性的元件,也可以是不具有生物分解性的元件。例如,在农业领域中使用的传感器元件10散布于广阔的农田中使用,难以回收,因此优选具有生物分解性。优选这样的传感器元件10例如若经过从农作物的播种至农作物的收获为止的期间左右的期间,则通过生物分解而分解。与此相对,对于例如应用于长期测定某种程度受限的区域(例如道路等)的温度这样的用途的传感器元件10,可以认为长期不会被回收,并且回收也并不是很困难,所以优选不具有生物分解性。另外,将在后面详细说明传感

器元件10。

[0052] 无人机20具备多个(例如四个)叶片21a(旋转翼),能够沿着预先设定的飞行路径自主飞行。另外,无人机20也可以是接收从外部发送来的控制信号,并按照所接收的控制信号进行飞行的无人机。无人机20具备向地表GF发送特定波长的电磁波E1的发送部24a、以及接收从传感器元件10获得的电磁波E2的接收部24b。另外,发送部24a和接收部24b的数量可以是一个,也可以是多个。

[0053] 从发送部24a发送的电磁波E1考虑散布有传感器元件10的地表GF的状况、传感器元件10的特性等而采用适当波长(频率)的电磁波。该电磁波E1能够采用毫米波、太赫兹波、红外线、可见光线、紫外线或者X射线等。例如,在农业领域中使用的传感器元件10被混合在肥料、农药中散布,因此,有时存在于地下(例如距离地表GF几十[cm]程度的范围)。在这样的情况下,例如采用针对土壤具有某种程度的透射性的波长的电磁波E1。

[0054] 另外,从传感器元件10获得的电磁波E2的波长根据传感器元件10的特性而成为与从无人机20发送的电磁波E1的波长相同的波长,或者成为不同的波长。例如,在传感器元件10具有针对电磁波E1的反射特性和透射特性根据周围环境而变化的特性的情况下,电磁波E2具有与电磁波E1相同的波长。与此相对,在传感器元件10具有发出的荧光或者磷光的强度等根据周围环境而变化的特性的情况下,电磁波E2具有与电磁波E1不同的波长。另外,无人机20具备将传感器元件10散布于对象区域TA等的散布装置26。另外,将在后面详细说明无人机20。

[0055] 〈传感器元件〉

[0056] 以下,对本发明的传感器元件的实施方式进行说明。

[0057] 实施方式的传感器元件用于收集地球表面或者地球表层中的环境信息,散布于被收集上述环境信息的对象区域来使用,针对特定波长的电磁波的反射特性、透射特性、吸收特性和冷发光特性,以及自发光特性中的至少一个特性根据环境而变化。

[0058] 上述环境信息只要是能够测定的项目即可,没有特别限定,优选是水分量、温度、肥料等的营养浓度、地下菌种构成比和pH中的至少一个。

[0059] 在上述环境信息是水分量和温度中的至少一个的情况下,实施方式的传感器元件的形状可以根据水分量和温度中的至少一个的变化而变化。

[0060] 图2A和图2B是表示本发明一个实施方式的环境信息收集系统中使用的传感器元件的第一例的断面图。图2A和图2B所示的传感器元件11的形状根据温度的变化而变化。如图2A所示,传感器元件11具备第一基材11a和第二基材11b,第一基材11a的基于温度的热膨胀系数与第二基材11b的基于温度的热膨胀系数不同。传感器元件的形状例如为圆板状,长为几[mm]左右,厚度为几百[μm]左右。

[0061] 例如,在第二基材11b的热膨胀系数大于第一基材11a的热膨胀系数的情况下,若周围的温度升高,则如图2B所示,传感器元件11弯曲,形状发生变化。通过发生这样的形状变化,使得针对电磁波E1的反射特性和透射特性发生变化。

[0062] 若图2A所示的传感器元件11如图2B所示那样变形,则俯视时的传感器元件11的大小变小(面积变小)。可以认为传感器元件11的俯视时的大小例如与周围的温度升高成比例地变小。因此,例如也可以预先在传感器元件11的表面附着(或者预先涂附)针对电磁波E1的反射率高的物质,使得传感器元件11的反射率根据传感器元件11的大小的变化而改变。

[0063] 考虑针对电磁波E1的反射特性和透射特性、散布有传感器元件11的地表GF的状况、热膨胀系数等,来选择第一基材11a、第二基材11b的材质。作为第一基材11a与第二基材11b的组合,例如可以列举热膨胀系数小于10的原材料与热膨胀系数为10以上的原材料的组合。作为热膨胀系数小于10的原材料,可以列举聚苯乙烯、AS树脂、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、酚醛树脂、环氧树脂等。作为热膨胀系数为10以上的原材料,可以列举聚乙烯、聚偏二氯乙烯、聚偏二氟乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、醋酸纤维素等。

[0064] 图3A和图3B是表示本发明一个实施方式的环境信息收集系统中使用的传感器元件的第二例的断面图。图3A和图3B所示的传感器元件12的形状根据水分量的变化而变化。如图3A所示,传感器元件12具备第三基材12a和第四基材12b,第三基材12a的基于含水的体积变化率与第四基材12b的基于含水的体积变化率不同。传感器元件的形状例如为圆板状,长径为几[mm]左右,厚度为几百[μm]左右。

[0065] “体积变化率”由下述公式定义。

[0066] 体积变化率(%) = $(V1 - V2) / V2 \times 100$

[0067] (在上述公式中,V1:在温度25℃的水中浸泡15分钟后的基材的体积。V2:制造后经过上述V1的处理之前的基材的体积。)

[0068] 例如,在第四基材12b的基于含水的体积变化率大于第三基材12a的基于含水的体积变化率的情况下,若周围的水分量升高,则传感器元件12如图3B所示那样弯曲,形状发生变化。通过发生这样的形状变化,从而针对电磁波E1的反射特性和透射特性也发生变化。

[0069] 若图3A所示的传感器元件12如图3B所示那样变形,则俯视时的传感器元件12的大小变小(面积变小)。可以认为传感器元件12的俯视时的大小例如与周围的水分量升高成比例地变小。因此,例如也可以预先在传感器元件12的表面附着(或者预先涂附)针对电磁波E1的反射率高的物质,使得传感器元件12的反射率根据传感器元件12的大小的变化而改变。

[0070] 考虑针对电磁波E1的反射特性和透射特性、散布有传感器元件12的地表GF的状况、吸水性等,来选择第三基材12a、第四基材12b的材质。作为第三基材12a,例如可以例示诸如纤维素膜等的高结晶性聚合物的成型体。作为第四基材12b,例如可以例示诸如如果胶膜等的复合多糖类的成型体。

[0071] 图4是表示本发明一个实施方式的环境信息收集系统中使用的传感器元件的第三例的断面图。图4所示的传感器元件13是如下的元件:包含针对特定波长的电磁波的反射特性、透射特性、吸收特性和冷发光特性,以及自发光特性中的至少一个特性根据pH的变化而变化的物质。如图4所示,传感器元件13是如下的元件:例如在透明的基材13a的内部设有色素13b,且例如为圆板状,直径为几[mm]左右,厚度为几百[μm]左右。另外,在图4中,为了容易理解,将色素13b图示为粒状,但是色素13b并非必须为粒状。

[0072] 色素13b可以是pH响应性色素。pH响应性色素是针对特定波长的电磁波的反射特性、透射特性、吸收特性和冷发光特性,以及自发光特性中的至少一个特性根据pH的变化而变化的色素。

[0073] 作为pH响应性色素,可以列举根据氢离子浓度而变色的色素,可以是作为pH指示剂使用的色素,例如可以列举石蕊、溴百里酚蓝、溴酚蓝、溴甲酚紫、酚红、酚酞、甲基橙、甲基红、甲基黄、甲基紫、百里酚蓝、百里酚酞等。

[0074] pH响应性色素也可以是pH敏感性荧光色素。作为pH敏感性荧光色素,可以列举荧光色或者荧光强度根据氢离子浓度而变化的荧光色素,例如可以例示pHrodo(注册商标)、Ageladine A、CypHer 5等。

[0075] 传感器元件13可以单独包含一种色素,也可以组合包含两种以上色素。

[0076] 在色素13b为pH敏感性荧光色素的情况下,例如若向传感器元件13照射电磁波E1,则设置在传感器元件13内的色素13b被激发,由此从传感器元件13发出荧光或者磷光。该荧光或者磷光的强度等根据传感器元件13周围的pH而变化。这样,在色素13b为pH敏感性荧光色素的情况下,图3A和图3B所示的传感器元件13被电磁波E1激发,冷发光特性根据周围的pH而变化。

[0077] 考虑冷发光特性、散布有传感器元件13的地表GF的状况等,来选择基材13a的材质和色素13b。

[0078] 图5是表示本发明一个实施方式的环境信息收集系统中使用的传感器元件的第四例的断面图。图5所示的传感器元件14包含荧光色素14c。荧光色素14c可以不是上述特性中的至少一个特性根据环境而变化的上述色素。如图5所示,在图2A和图2B所示的传感器元件的第一例中,传感器元件14在第一基材11a和第二基材11b的内部设有荧光色素14c。由于传感器元件14包含荧光色素14c,所以能够容易地区分从传感器元件获得的波长和除此之外的波长,信息收集的精度提高。

[0079] 作为这样的荧光色素,可以列举吡啶橙、金胺0、卡尔科弗卢尔荧光增白剂(Calcofluor white)、溴化乙锭、异硫氰酸荧光素、Hoechst 33258、罗丹明B等。

[0080] 实施方式的传感器元件可以具有生物分解性,也可以不具有生物分解性,但是优选具有生物分解性。

[0081] 因此,实施方式的传感器元件优选由生物分解性材料构成。实施方式的传感器元件通过由生物分解性材料构成,从而在被收集环境信息的对象区域中分解,因此可以不进行传感器元件的回收。因此,能够减少用于回收的成本,并且也能够降低环境负担。

[0082] 生物分解性材料是能够利用微生物或者酶而分解的材料,可以列举生物分解性塑料。作为生物分解性材料,例如可以列举聚乳酸、聚己内酯、聚羟基链烷酸酯、聚羟基丁酸、聚乙醇酸、聚乙烯醇、酪蛋白、淀粉、酯化淀粉、纤维素、果胶、琼脂、明胶等。

[0083] 另外,从降低环境负担的观点出发,实施方式的传感器元件优选由源自生物的材料构成。另外,实施方式的传感器元件优选实质上不含有源自石油的材料。

[0084] 实施方式的传感器元件优选实质上不含有金属。在现有的环境信息收集系统中,由于观测装置当然地具有电子回路等,因此必须含有金属。与此相对,实质上不含有金属的实施方式的传感器元件即使不含有金属也能发挥作用,因此即便散布在田地等中也不会发生金属类物质污染田地的情况。金属可以列举铜、铁、铝、锌、汞、金、银、铂、锂、铬、镍、锰、钒、铈、铍等。

[0085] 同样,实施方式的传感器元件优选不具备电子部件。电子部件在现有的环境信息收集系统中是必须的构成,但是,实施方式的传感器元件即使不具备电子部件也能够发挥作用。电子部件可以列举半导体元件、基板、印制基板、天线、电池、电线、引线等。

[0086] 实施方式的传感器元件优选自身不具有发送电磁波的功能。

[0087] 实施方式的传感器元件的大小、形态没有特别限定,作为一个例子,可以为粒子

状,优选平均粒径为0.1mm~5mm,更优选0.3mm~3mm,进一步优选1mm~2mm。在此所谓的“粒径”是指外切于传感器元件的投影图像的圆的直径,上述投影图像是从随意选出的方向投影形成的投影图像。“平均粒径”是作为传感器元件的集合中的上述粒径的数值平均值而获取的粒径。

[0088] 〈传感器元件的制造方法〉

[0089] 传感器元件的制造方法没有特别限定,例如能够通过对上述例示的材料进行成型来制造传感器元件。例如,在制造具备上述例示的基材的传感器元件的情况下,能够采用以下方法,即:首先将基材的材料与溶剂混合而获得原料组合物,用公知的薄片体成型法对该原料组合物进行成型之后,将所获得的薄片体切断成传感器元件的形状而获得传感器元件。在传感器元件包含色素的情况下,可以在上述原料组合物中添加色素。薄片体成型法可以列举熔融挤出成型法、溶液流延法、压延法、共挤出法、层压法等。

[0090] 〈包装体〉

[0091] 作为本发明一个实施方式,能够提供由包装材料包装传感器元件而形成的包装体。包装材料能够使用通常用作农业用材料的物质,例如能够转用肥料、土、土壤改良剂等包装材料,可以列举聚氯乙烯薄片体、聚烯烃薄片体等。每一个包装体所包含的传感器元件的个数没有特别限定,作为一个例子,每一个包装体可以包含1000个以上的传感器元件,或者可以包含1,000个~5,000,000,000,000个,或者可以包含10,000个~1,000,000,000个,或者可以包含100,000个~10,000,000个。

[0092] 由于每一个包装体大量包含传感器元件,因而可以一次使用大量的传感器元件来获取环境信息,相应地能够以高分辨率且大范围地收集例如环境信息。

[0093] 实施方式的包装体可以包含散布于被收集上述环境信息的对象区域中使用的记载。即,实施方式的包装体可以包含传感器元件的使用方法的记载。关于传感器元件的使用方法,可以参照后述的〈传感器元件的使用方法〉的内容。

[0094] 该记载可以记载于包装材料的表面,也可以记载于另行添加的指示书,并且指示书和传感器元件一起包含于包装体。

[0095] 〈传感器元件的使用方法〉

[0096] 作为本发明一个实施方式,能够提供将上述传感器元件散布在被收集上述环境信息的对象区域中的传感器元件的使用方法。关于从散布后的传感器元件获得的电磁波的接收和环境信息的取得,参照〈环境信息收集系统〉、〈航空器〉和〈环境信息收集方法〉的内容。

[0097] 传感器元件的散布程度没有特别限定,作为一个例子,在每1m²中,可以是1个~100,000个/m²,或者可以是10个~10,000个/m²,或者可以是100个~5,000个/m²。通过使每1m²中的传感器元件的散布程度处于上述范围内,能够以高分辨率收集环境信息。

[0098] 传感器元件的散布时期例如可以列举在对象区域中栽培的农作物的播种前、与播种同时、播种后一周以内等时期,以在从农作物的播种至收获的期间中位于对象区域内的方式进行散布。

[0099] 传感器元件的散布位置优选栽培农作物的栽培地的表面,但是,也能够以可接收来自传感器元件的电磁波的程度混合于土壤。作为以农作物为基准的散布位置,优选距离农作物的主干为100cm以内,更优选距离农作物的主干为10cm以内,进一步优选距离农作物的主干为1cm以内。

[0100] 〈航空器〉

[0101] 图6是表示本发明一个实施方式的作为航空器的无人机的要部构成的框图。如图6所示,无人机20具备多个转子21、多个ESC(Electric Speed Controller:电子调速器)22、飞行控制器23(飞行控制部)、环境信息收集装置24、电池25和散布装置26。另外,图6中例示的无人机20具备四对转子21和ESC22。

[0102] 各转子21具备叶片21a和马达21b。叶片21a是所谓的螺旋桨,用于获得无人机20飞行所需的浮力。叶片21a与马达21b的旋转轴连结,被马达21b驱动而旋转。叶片21a例如由塑料、碳、ABS树脂等形成。马达22b被ESC22驱动而旋转,使与旋转轴连结的叶片21a旋转。马达22例如能够使用无刷马达。

[0103] 多个ESC22与多个转子21分别对应地设置,在飞行控制器23的控制下,控制对应的转子21所设置的马达21b的旋转速度。具体地说,ESC22使马达21b以从飞行控制器23指示的速度进行旋转。另外,在图6所示的无人机20中,四个ESC22与四个转子21分别对应地设置,由飞行控制器23独立地控制。

[0104] 飞行控制器23具备飞行控制传感器组23a、位置检测部23b、接收器23c和控制装置23d,进行无人机20的飞行控制。该飞行控制器23能够使无人机20自主飞行(以下称为“自动驾驶”),还能够使无人机20按照从外部发送来的控制信号进行飞行(以下称为“手动操纵”)。另外,飞行控制器23也可以是仅能进行自动驾驶和手动操纵中的任意一方。

[0105] 飞行控制传感器组23a是为了进行无人机20的飞行控制所需的传感器组。该飞行控制传感器组23a包括例如三轴加速度传感器、三轴角速度传感器、气压传感器(高度传感器)、地磁传感器(方位传感器)等各种传感器。位置检测部23b例如具备GPS(Global Positioning System:全球定位系统)等定位功能,采用该定位功能检测无人机20的位置信息。另外,检测无人机20的位置信息的方法不限于采用GPS的定位功能的方法,能够采用任意的定位方法。

[0106] 接收器23c接收从外部发送来的用于控制无人机20的飞行的控制信号。例如,接收器23c接收从未图示的操纵装置(用于手动操纵无人机20的装置)作为无线信号发送来的控制信号。另外,在仅能够自动驾驶的情况下,飞行控制器23省略接收器23c。

[0107] 控制装置23d从飞行控制传感器组23a和位置检测部23b的检测结果获取表示无人机20的飞行状态的信息,并采用所获取的信息对无人机20飞行时的姿势、基本的飞行动作进行控制。控制装置23d能够获取无人机20的机体的倾斜及旋转、飞行中的经纬度、高度、机首的方位角、本机的位置信息等,作为上述的表示飞行状态的信息。控制装置23d参照上述的表示飞行状态的信息,对ESC 22独立地进行控制来调节转子21的转速,一边矫正机体的姿势、位置的紊乱,一边使无人机20飞行。

[0108] 另外,能够在控制装置23d中保存自动驾驶所需的飞行路径信息FT。该飞行路径信息FT是包括飞行路径、速度、高度等的信息。在自动驾驶时,控制装置23d参照上述的表示飞行状态的信息和飞行路径信息FT调节转子21的转速,使无人机20沿着预先设定的飞行路径自主飞行。与此相对,在手动操纵时,控制装置23d参照上述的表示飞行状态的信息和由接收器23c接收的控制信号调节转子21的转速,使无人机20按照来自外部的指示进行飞行。

[0109] 环境信息收集装置24具备发送部24a、接收部24b、存储部24c和输出部24d,例如收集地表GF的环境信息。发送部24a如前所述向地表GF发送特定波长的电磁波E1,接收部24b

如前所述接收从传感器元件10获得的电磁波E2(参照图1)。存储部24c具备RAM(可读写存储器)等,存储接收部24b的接收结果。在此,存储部24c将接收部24b的接收结果与前述的表示无人机20的飞行状态的信息(例如位置信息)一起存储。由此,在存储部24c中例如将接收部24b的接收结果与无人机20的位置信息相关联地存储。

[0110] 输出部24d向外部输出存储于存储部24c的信息。例如,输出部24d可以与外部设备(例如个人电脑、智能手机、平板电脑等)之间进行通信(有线通信或者无线通信)而向外部输出存储于存储部24c的信息,也可以对能够装拆的存储介质(例如非易失性存储器)进行各种信息的写入而向外部输出存储于存储部24c的信息。

[0111] 电池25向无人机20的各模块供给无人机20工作所需的电力。具体地说,电池25向转子21(马达21b)、ESC22、飞行控制器23、环境信息收集装置24和散布装置26供电。电池25例如可以使用能相对于无人机20的机体进行装拆的锂离子电池等。另外,在图6中图示了一个电池25,但是也可以区分为供给无人机20的飞行所需的电力的电池,以及供给环境信息的收集、散布装置26工作所需的电力的电池。

[0112] 散布装置26能够在内部收容传感器元件10。该散布装置26对收容于内部的传感器元件10进行散布。例如,散布装置26向对象区域TA等散布传感器元件10。具体地说,散布装置26基于从外部发送来的控制信号(由接收器23c接收的指示散布的控制信号)、或者从控制装置23d输出的指示散布的控制信号,进行传感器元件10的散布。通过具有这样的散布装置26,从而例如在传感器元件10具有生物分解性的情况下,通过将传感器元件10散布于对象区域TA从而由于生物分解性而丧失的传感器元件10的功能能够恢复。

[0113] 〈环境信息收集方法〉

[0114] 图7是用于对使用了本发明一个实施方式的环境信息收集系统的环境信息收集方法进行说明的俯视图。另外,在此以无人机20自动驾驶来收集环境信息的方法为例进行说明。图7所示的矩形区域表示被无人机20收集环境信息的对象区域TA(设定于地表GF上的区域)。在该对象区域TA内,预先散布有传感器元件10。另外,在图7中,为了便于图示,以减少数量的方式图示了传感器元件10。

[0115] 另外,如图7所示,对象区域TA被分成多个网眼状的小区域R。该小区域R表示收集环境信息的单位。如果将该小区域R的面积设定得较小,则能够提高分辨率,如果将面积设定得较大,则能够降低分辨率。小区域R的大小根据环境信息收集装置24所设置的接收部24b的特性、无人机20的飞行高度等而改变。在此,如图所示,无人机20的飞行路径RT设定为:无人机20以一笔划过的方式经过全部的小区域R的上方。另外,在此为了简化说明,设定为无人机20的飞行路径RT的高度恒定。

[0116] 例如由用户对设置于无人机20的未图示的操作部进行操作,指示开始自动驾驶,从而开始无人机20的自动驾驶。若自动驾驶开始,则无人机20的飞行控制器23所设置的控制装置23d从飞行控制传感器组23a和位置检测部23b的检测结果获取表示无人机20的飞行状态的信息,并参照所获取的信息和飞行路径信息FT调节转子21的转速。由此,无人机20沿着图7所示的飞行路径RT自主飞行。

[0117] 与以上的动作并行地执行以下动作:从设置于环境信息收集装置24的发送部24a向对象区域TA发送特定波长的电磁波E1,并由接收部24b接收从传感器元件10获得的电磁波E2。接收部24b的接收结果与由控制装置23d获取的表示无人机20的飞行状态的信息(例

如位置信息)被一起存储。这样,无人机20沿着飞行路径RT自主飞行,同时从传感器元件10获得的电磁波E2的接收结果与位置信息等被一起存储于存储部24c。

[0118] 图8是表示本发明一个实施方式中收集的环境信息的一个例子的图。另外,例如在针对电磁波E1的反射特性和透射特性根据周围的温度而变化的传感器元件10被散布于对象区域TA内的情况下,在无人机20从图7中的位置P1沿着飞行路径RT飞行至位置P2时,获得图8所示的环境信息。在此,被散布于对象区域TA内的传感器元件10的针对电磁波E1的反射特性和透射特性根据周围的温度而变化,因此,如果获得电磁波E1的反射率(电磁波E1与电磁波E2的接收结果之比),则能够获得传感器元件10的周围温度。即,收集电磁波E1的反射率与收集传感器元件10的周围温度具有同样的意义。

[0119] 无人机20通过从图7中的位置P1沿着飞行路径RT飞行至位置P3,从而获得跨越飞行路径RT的全长的反射率(沿着飞行路径RT的反射率)。如图7所示,飞行路径RT被设定为以一笔划过的方式经过全部的小区域R的上方,所以能够获得全部的小区域R中的反射率(温度)。这样一来,能够获得设定于地表GF的对象区域TA内的温度分布(面状的温度分布)。

[0120] 另外,例如也可以对沿着飞行路径RT连续获得的反射率之中、在经过各个小区域R的上方的期间所获得的反射率进行预定的运算(例如平均运算),来获得小区域R的反射率。或者,也可以并不是沿着飞行路径RT连续获得反射率,而是在各个小区域R的上方仅一次获取反射率(离散地获取反射率)。

[0121] 如前所述,收集电磁波E1的反射率与收集传感器元件10的周围温度具有相同的意义,但是从电磁波E1的反射率求出传感器元件10的周围温度的处理可以在无人机20的内部进行,也可以在无人机20的外部进行。在无人机20的内部进行的情况下,例如环境信息收集装置24设置将接收部24b的接收结果(表示电磁波E1的反射率的接收结果)转换为温度的运算部即可。在该情况下,运算部求出的温度与位置信息等被一起存储于存储部24c。在无人机20的外部进行的情况下,从输出部24d向外部设备(例如个人电脑)输出存储于存储部24c的信息,由外部设备求出温度。

[0122] 如上所述,在本实施方式中,从无人机20(从环境信息收集装置24的发送部24a)对散布有传感器元件10的地表GF的对象区域TA发送特定波长的电磁波E1,由无人机20(由环境信息收集装置24的接收部24b)接收从传感器元件10获得的电磁波E2,来收集地表GF的环境信息(例如水分量、温度、pH、日照量等)。因此,不必如现有的方式那样需要大量的劳力,能够短时间且容易地获得地球表面或者地球表层中的环境信息。

[0123] 以上针对本发明一个实施方式的环境信息收集系统和航空器进行了说明,但是本发明并不限于上述的实施方式,可以在本发明的范围内自由变更。例如,在上述实施方式中,航空器以作为无人航空器的无人机20为例,但是航空器并不限于无人航空器,也可以是有人航空器。另外,无人航空器是飞机、旋转翼航空器、滑翔机、飞船之外的机器,是结构上不能载人的机器中的能够通过遥控操作或者自动操纵而飞行的任意机器。

[0124] 另外,在上述实施方式中,对向地表GF散布传感器元件10来收集地表GF的环境信息的例子进行了说明。然而,也可以向海面、湖面、河面等散布传感器元件10来收集海面、湖面、河面等的环境信息。另外,如果能够收发电磁波E1、E2,则也可以向地下、水中、海中等散布传感器元件10,来收集地下、水中、海中等的环境信息。即,本发明的环境信息收集系统能够收集地球表面或者地球表层中的环境信息。

[0125] 另外,在上述实施方式中,对无人机20具备发送特定波长的电磁波E1的发送部24a的例子进行了说明。然而,在特定波长的电磁波E1是从阳光获得的电磁波的情况下,能够省略发送部24a。另外,在传感器元件10是自发光特性根据周围环境而变化的元件的情况下,由接收部24b接收的电磁波E2是从传感器元件10发出的自发光,因此,能够省略发送特定波长的电磁波E1的发送部24a。另外,在无需散布传感器元件10的情况下,还能够省略散布装置26。

[0126] 另外,在上述实施方式中,作为在农业领域中使用的传感器元件10,以混合于肥料、农药而散布的传感器元件为例进行了说明。然而,作为在农业领域中使用的传感器元件10,也能够使用例如在内部含有肥料成分等的传感器元件。在这样的传感器元件10被散布于农田的情况下,包含在内部的肥料成分被释放到外部而浸透于农田土壤,但是释放了肥料成分的传感器元件10并不会丧失作为传感器元件的功能。

[0127] 本说明书中表示“前、后、上、下、右、左、垂直、水平、纵、横、行、列”等方向的词语涉及本发明装置的上述方向。因此,本发明说明书中的这些词语应当在本发明的装置中相对地解释。

[0128] “构成”一词是指:用于执行本发明的功能而构成,或者为了表示装置的构成、要素、局部而使用。

[0129] 而且,在权利要求中表现为“功能性限定”的词语应当包括为了执行本发明所包括的功能而能够利用的所有构造。

[0130] “单元”一词用于表示构成要素、单元、硬件、用于执行所期望的功能而编程的软件的一部分。硬件的典型示例是装置、电路,但是不限于此。

[0131] 以上对本发明的优选实施例进行了说明,但是,本发明并不限于这些实施例。可以在不脱离本发明的主旨的范围内,进行构成的追加、省略、替换以及其他的变更。本发明不由前述的说明来限定,仅由权利要求的范围来限定。

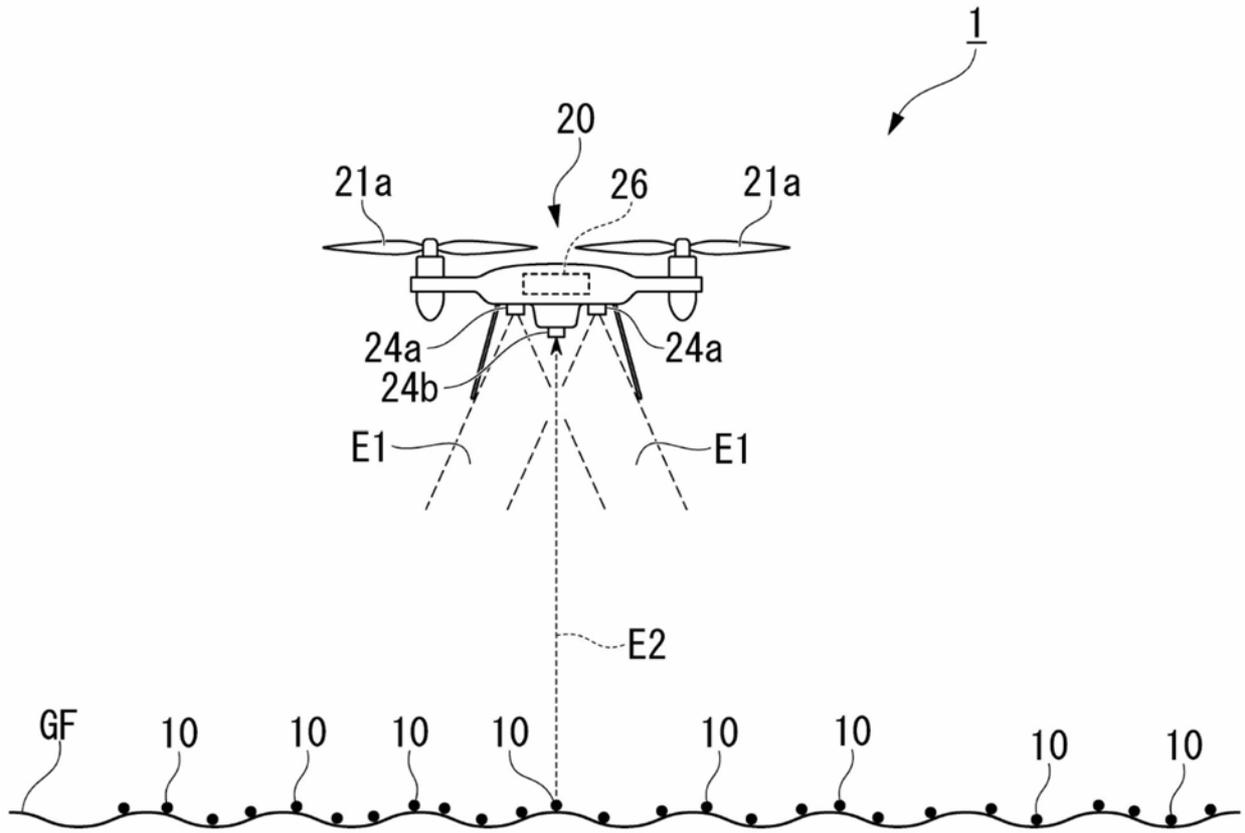


图1

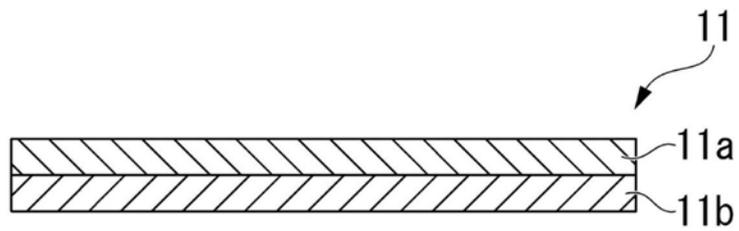


图2A

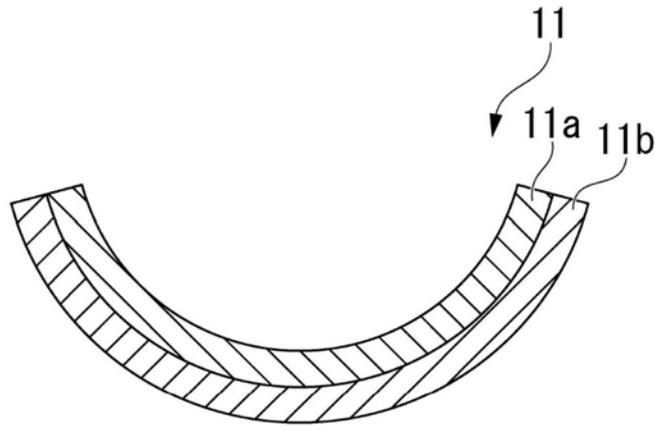


图2B

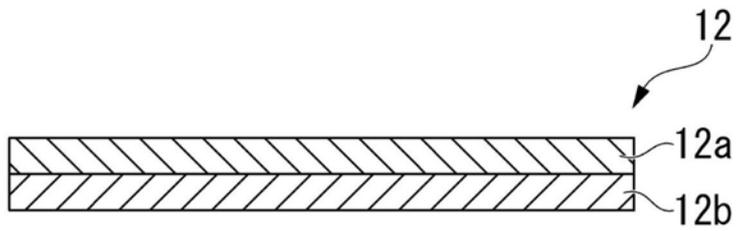


图3A

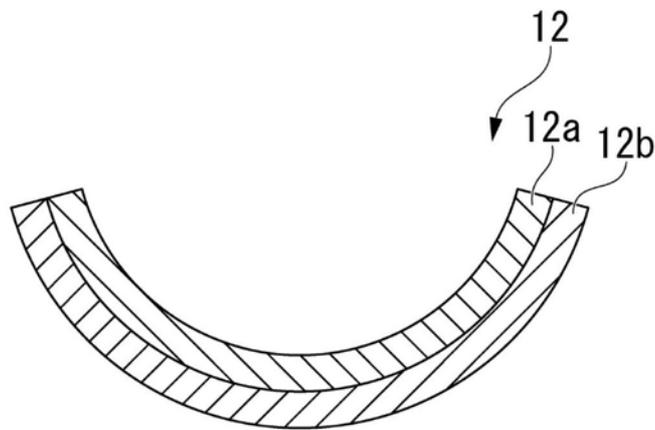


图3B

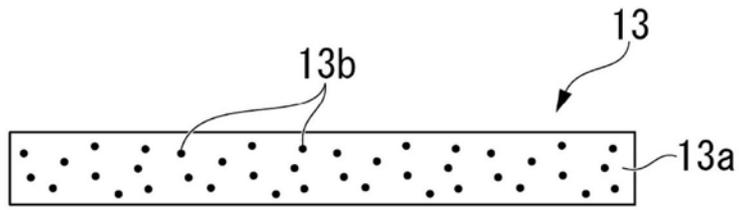


图4

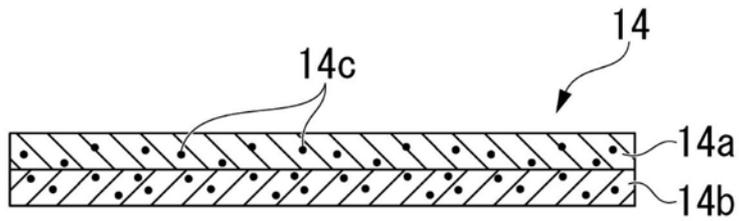


图5

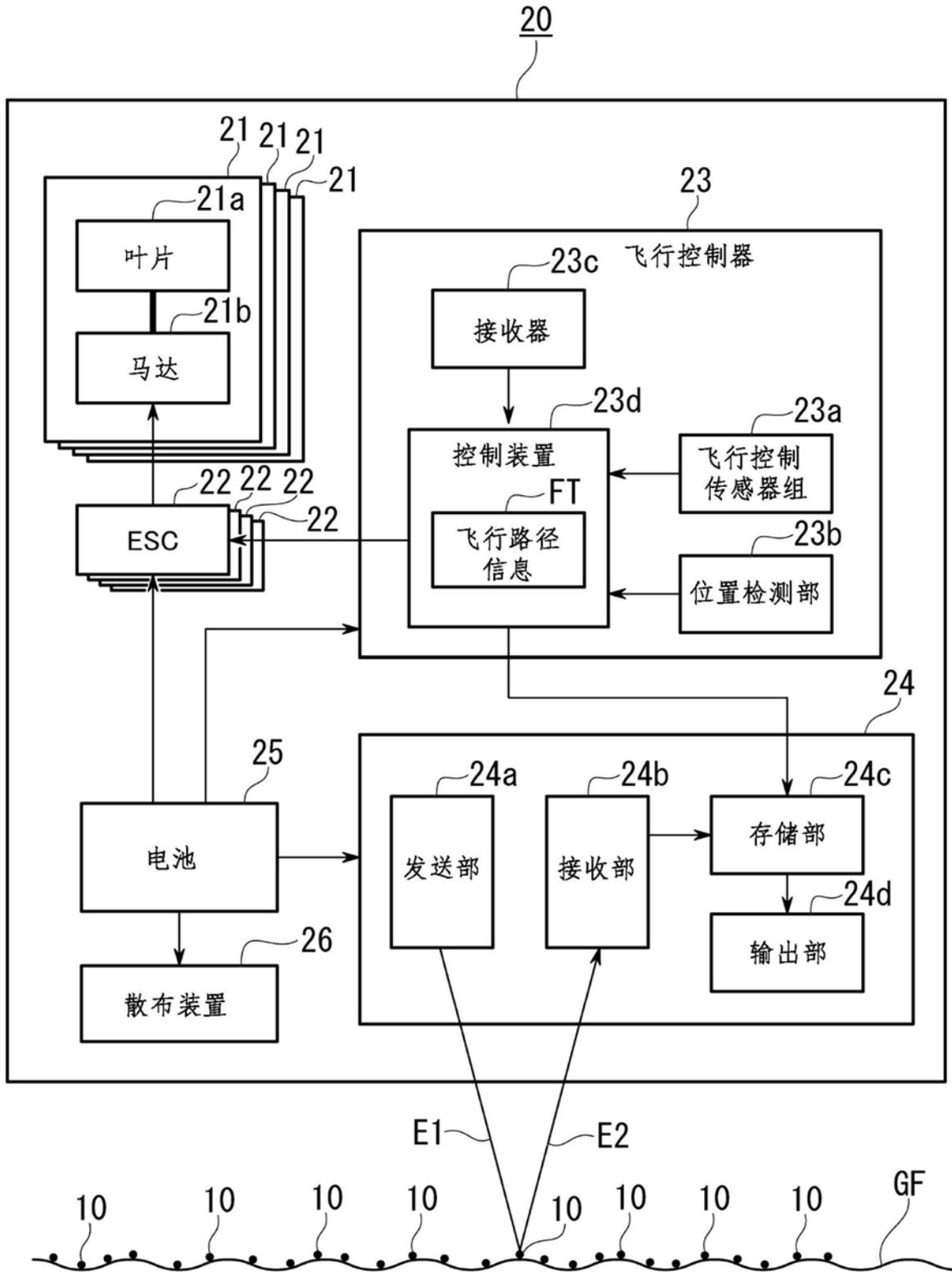


图6

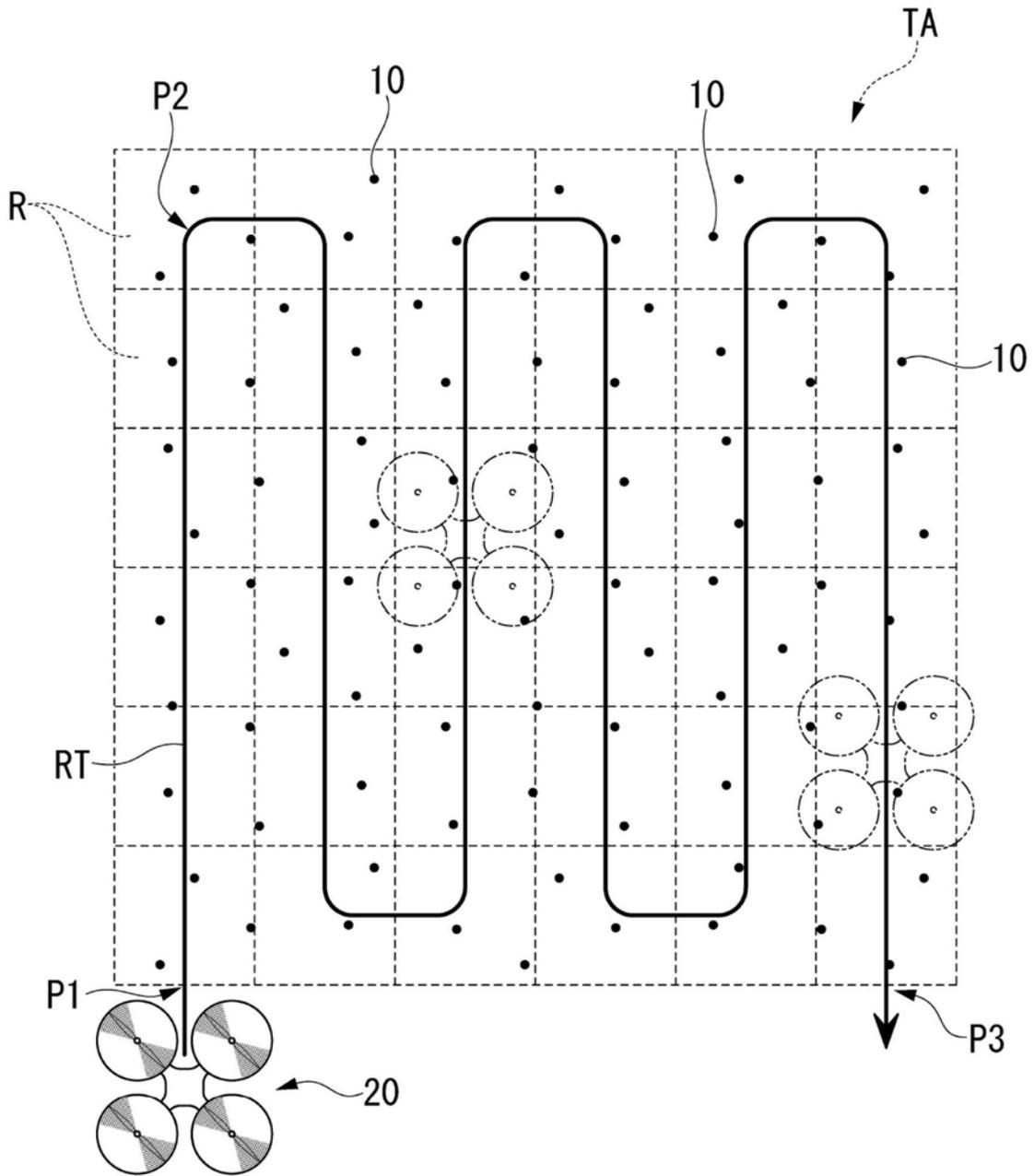


图7

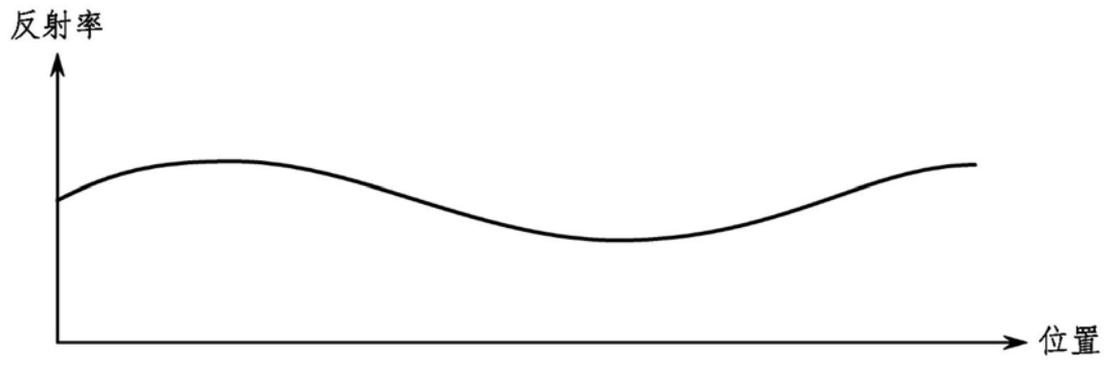


图8