(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
11 août 2016 (11.08.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/124761 A1

(51) Classification internationale des brevets : *B64C 39/02* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale : PCT/EP2016/052547

(22) Date de dépôt international : 5 février 2016 (05.02.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1550980 6 février 2015 (06.02.2015) FR

(71) Déposants : **UNIVERSITE TECHNOLOGIE DE COMPIEGNE - UTC** [FR/FR]; Centre Pierre Guillaumat Rue du docteur Schweitzer, 60200 Compiègne (FR). **CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS)** [FR/FR]; 3, rue Michel Ange, 75016 Paris (FR).

(72) Inventeurs : **VEILLERETTE, Samuel**; 30 rue des 3 Barbeaux, 60200 Compiegne (FR). **DE MIRAS, Jérôme**; 40 rue des Pillettes, 60350 Saint Pierre Les Bitry (FR).

(74) Mandataire : **REGIMBEAU**; 20, rue de Chazelles, 75847 Paris Cedex 17 (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (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).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))*

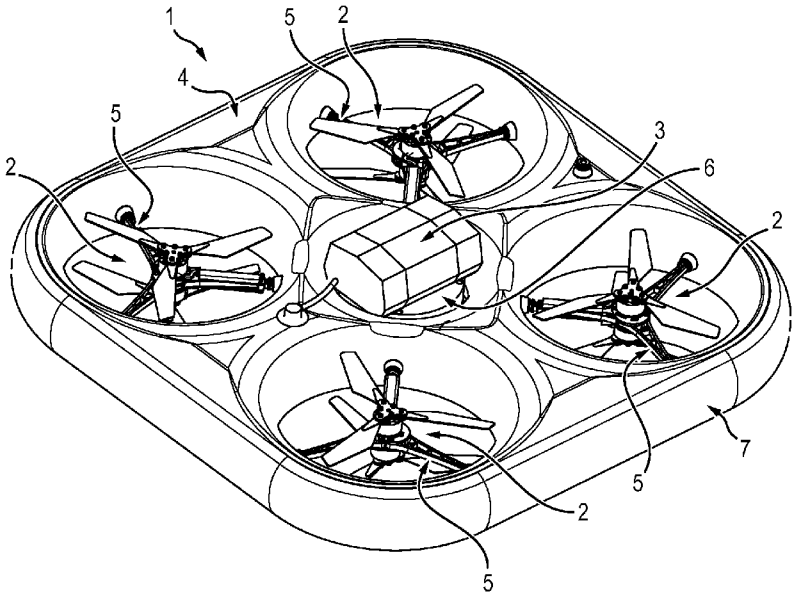
Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

(54) **Title** : AERIAL ROBOT AND METHOD FOR CATAPULTING AN AERIAL ROBOT

(54) **Titre** : ROBOT AÉRIEN ET PROCÉDÉ DE CATAPULTAGE D'UN ROBOT AÉRIEN

FIG. 1



(57) **Abstract** : The invention relates to an aerial robot (1) comprising: at least one propulsion unit (2), and a protective structure (4) comprising an inflatable envelope (7) delimiting a chamber suitable for containing an inflation fluid, the protective structure (4) having at least one opening (8) in which the propulsion unit (2) is positioned, each opening (8) being surrounded by the inflatable envelope (7). The aerial robot (1) can be projected in a folded configuration in which the inflatable envelope (7) is deflated, then the inflatable envelope (7) is inflated in-flight in such a way as to take the aerial robot (1) from the folded configuration into a deployed configuration.

(57) **Abrégé** : L'invention concerne un robot aérien (1) comprenant: au moins une unité de propulsion (2), et une structure de protection (4) comprenant une enveloppe gonflable (7) délimitant une chambre propre à contenir un fluide de gonflage, la structure de protection (4) présentant au moins une ouverture (8) dans laquelle est positionnée l'unité de propulsion (2), chaque ouverture (8) étant entourée par l'enveloppe gonflable (7). Le robot aérien (1) peut être projeté en configuration repliée dans laquelle l'enveloppe gonflable (7) est dégonflée, puis l'enveloppe gonflable (7) est gonflée en vol, de manière à faire passer le robot aérien (1) de la configuration repliée à une configuration déployée.

WO 2016/124761 A1

ROBOT AERIEN ET PROCEDE DE CATAPULTAGE D'UN ROBOT AERIEN

DOMAINE DE L'INVENTION

L'invention concerne un robot aérien, ainsi qu'un procédé de catapultage d'un robot aérien.

ETAT DE LA TECHNIQUE

Les robots aériens ou aéronefs télépilotés (couramment appelés « drones ») sont utilisés de manière croissante pour de multiples applications. Ces robots aériens peuvent être pilotés à distance au moyen d'une télécommande, d'un téléphone ou d'un baladeur multimédia. Ils sont couramment utilisés pour filmer des événements, inspecter des sites industriels ou surveiller des chantiers ou des cultures agricoles. Dans le domaine militaire, ils permettent d'étendre la portée de vue des fantassins.

Ces aéronefs comprennent généralement un châssis rigide avec des pieds pour permettre à l'aéronef de se poser lors du décollage et de l'atterrissage. Sur le châssis, sont montés des unités de propulsion propres à créer une force de poussée pour le déplacement du drone, une unité de commande pour le pilotage des unités de propulsion et des capteurs tels que des accéléromètres, gyroscopes ou gyromètres, altimètres, ainsi que des équipements embarqués pouvant inclure notamment des capteurs photo, infrarouge, thermique ou laser, des caméras haute définition et des systèmes radiofréquence pour la retransmission en direct des images et/ou des données télémétriques.

Avec l'augmentation du nombre de drones, les risques de chutes ou de collisions avec des personnes, des véhicules ou des objets augmentent également.

Pour protéger les composants et équipements embarqués en cas de collision, certains drones sont équipés d'un carénage rigide propre à être fixé sur le châssis. Le carénage comprend généralement des pièces de protection entourant les pâles des hélices des unités de propulsion. Ces pièces de protection sont destinées à amortir les chocs à la manière d'un

pare-chocs. Elles peuvent être réalisées en matière plastique expansée ou en matériaux composites.

Cependant, la présence d'un tel carénage augmente le poids et l'encombrement du robot.

De plus, du fait de sa rigidité, le carénage ne permet pas d'éliminer totalement les risques encourus par les personnes et les biens au sol en cas de chute ou de collision. En cas de chute ou de choc, le carénage rigide peut se casser. Cela est notamment le cas lorsque le carénage est réalisé en polystyrène et acrylonitrile butadiène styrène (ABS) renforcé. Connu pour être résistant, ce matériau a tendance à s'endommager en cas de choc à haute vitesse, voire à casser, provoquant une réelle menace, aussi bien pour les personnes ou biens au sol, que pour les composants du drone, notamment les pales des hélices des unités de propulsion, qui ne sont alors plus protégées.

RESUME DE L'INVENTION

Un but de l'invention est d'atténuer les risques générés par le vol de drones.

Un autre but de l'invention est également d'obtenir une meilleure protection des composants du robot.

Ce but est atteint dans le cadre de la présente invention grâce à un robot aérien comprenant :

- au moins une unité de propulsion,
- une structure de protection comprenant une enveloppe gonflable délimitant une chambre propre à contenir un fluide de gonflage, la structure de protection présentant au moins une ouverture dans laquelle est positionnée l'unité de propulsion, chaque ouverture étant entourée par l'enveloppe gonflable, et
- au moins un support, chaque support reliant une unité de propulsion à la structure de protection, chaque support comprenant une base sur laquelle est fixée l'unité de propulsion, et une pluralité de bras s'étendant radialement à partir de la base pour raccorder le support à l'enveloppe gonflable.

L'enveloppe gonflable permet d'amortir les chocs en cas de chute ou de collision du robot avec une personne, un véhicule ou un objet, de manière à protéger à la fois la personne, le véhicule ou l'objet et les composants du robot.

En outre, l'enveloppe peut être dégonflée afin de réduire l'encombrement du robot, notamment en cas de transport, de stockage ou lors de son lancement.

Le support permet de maintenir l'unité de propulsion à l'intérieur de l'ouverture, de manière centrée par rapport à l'ouverture, tout en autorisant une déformation de l'enveloppe gonflable, par exemple en cas de dégonflage.

Le robot aérien peut en outre présenter les caractéristiques suivantes :

- le robot aérien comprend une pluralité d'unité de propulsion, le robot aérien présentant une configuration déployée dans laquelle l'enveloppe gonflable est remplie de fluide de gonflage, ce qui a pour effet que l'enveloppe de gonflage maintient les unités de propulsion à distance les unes des autres selon un agencement fixe, et une configuration repliée dans laquelle l'enveloppe gonflable est dégonflée de sorte que les unités de propulsion peuvent être rapprochées les unes des autres,

- l'enveloppe gonflable est formée en une membrane souple, de préférence en matière plastique éventuellement renforcée d'une armature textile,

- certains des bras sont raccordés de manière rotative par rapport à la base entre une configuration déployée dans laquelle les bras s'étendent radialement par rapport à la base et une configuration repliée dans laquelle les bras s'étendent parallèlement les uns aux autres,

- chaque bras raccordé de manière rotative à la base comprend une portion propre à venir s'encliqueter dans la base pour verrouiller les bras en configuration déployée,

- la structure de protection comprend des pièces de raccordement fixées sur l'enveloppe gonflable, chaque pièce étant propre à recevoir une extrémité d'un bras pour raccorder le bras à l'enveloppe gonflable,

- la structure de protection comprend une ouverture et le robot aérien comprend une unité de commande logée dans l'ouverture pour commander la ou les unité(s) de propulsion,

- le robot aérien comprend une unité de commande logée à l'intérieur de la structure de protection,

- chaque unité de propulsion comprend un moteur électrique et une voilure tournante propre à être entrainée en rotation par rapport à la structure de protection,

- chaque unité de propulsion comprend deux voilures tournantes contrarotatives,

- certains des bras sont raccordées de manière rotative par rapport à la base et chaque bras raccordé de manière rotative à la base est rotatif selon un axe de rotation parallèle à un axe de rotation de la ou des voilure(s) tournante(s),

- chaque unité de propulsion comprend une turbine propre à générer un flux d'air et une enveloppe présentant une surface convexe agencée pour dévier le flux d'air par effet Coanda, l'enveloppe étant une enveloppe gonflable,

- l'une des unités de propulsion est montée de manière pivotante par rapport au support de protection, entre une position de sustentation, dans laquelle l'unité de propulsion génère une poussée dirigée vers le sol lorsque le robot est en vol au-dessus du sol, et une position de déplacement, dans laquelle l'unité de propulsion génère une poussée dirigée parallèlement au sol.

- le robot aérien comprend en outre une source de fluide de gonflage pour le gonflage de l'enveloppe gonflable.

L'invention concerne également un procédé de catapultage d'un robot aérien tel que défini précédemment, dans lequel le robot aérien est initialement dans une configuration repliée dans laquelle l'enveloppe gonflable est dégonflée, le procédé comprenant des étapes de :

- projeter le robot aérien vers une cible,

- déclencher le gonflage de l'enveloppe gonflable de manière à faire passer le robot aérien de la configuration repliée à une configuration déployée, et

- une fois le robot aérien en configuration déployée, mettre en marche la ou les unité(s) de propulsion.

Le gonflage peut être déclenché au bout d'un temps de vol prédéterminé à compter de l'instant de projection du robot aérien.

Alternativement, le gonflage peut être déclenché lorsque la vitesse de déplacement ou l'accélération du robot aérien devient inférieure à un seuil prédéterminé, ou lors de la réception d'un signal de déclenchement émis par un appareil de commande à distance, ou en fonction de signaux de mesure générés par un capteur.

L'invention concerne en outre un ensemble de propulsion pour un robot aérien, comprenant :

- une unité de propulsion, et

- un support adapté pour relier l'unité de propulsion à une structure de protection du robot aérien, le support comprenant une base sur laquelle est fixée l'unité de propulsion, et une pluralité de bras s'étendant radialement à partir de la base, chaque bras étant adapté pour raccorder la base à la structure de protection.

PRESENTATION DES DESSINS

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront encore de la description qui suit, laquelle est purement illustrative et non limitative, et doit être lue en regard des dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 représente de manière schématique un robot aérien conforme à un premier mode de réalisation possible de l'invention, le robot aérien étant en configuration déployée,

- la figure 2 représente de manière schématique le robot aérien de la figure 1, vu en coupe partielle,

- la figure 3 représente de manière schématique le robot aérien de la figure 1, en configuration repliée,

- la figure 4 représente de manière schématique une structure de protection du robot aérien de la figure 1,

- la figure 5 représente de manière schématique une structure de protection présentant des motifs imprimés,

- les figures 6A à 6C représentent de manière schématique un ensemble de propulsion comprenant une unité de propulsion et un support associé, en configuration déployée,

- les figures 7A à 7C représentent de manière schématique l'ensemble de propulsion comprenant l'unité de propulsion et le support associé, en configuration repliée,

- la figure 8 représente de manière schématique une unité de commande et les unités de propulsion,

- les figures 9 à 12 représentent de manière schématique l'unité de commande et une source de fluide de gonflage,

- les figures 13 et 14 est un schéma de principe du système de commande du gonflage de la structure de protection,

- la figure 15 est un schéma de principe du système de commande central du robot aérien,

- la figure 16 représente de manière schématique un procédé de catapultage d'un robot aérien conforme à un mode de mise en œuvre de l'invention,

- la figure 17 représente de manière schématique un robot aérien conforme à un deuxième mode de réalisation possible de l'invention,

- la figure 18 représente de manière schématique une unité de propulsion du robot de la figure 17,

- les figures 19 à 26 représentent de manière schématique différentes variantes de structures de protection,

- les figures 27 à 29 représentent de manière schématique un robot aérien conforme à un troisième mode de réalisation de l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

Les modes de réalisation décrits ci-après étant nullement limitatifs, on pourra notamment considérer des variantes de l'invention ne comprenant

qu'une sélection de caractéristiques décrites, par la suite isolées des autres caractéristiques décrites (même si cette sélection est isolée au sein d'une phrase comprenant ces autres caractéristiques), si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure. Cette sélection comprend au moins une caractéristique, de préférence fonctionnelle sans détails structurels, ou avec seulement une partie des détails structurels si cette partie uniquement est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure.

Sur les figures 1 à 3, le robot aérien 1 représenté comprend une pluralité d'unités de propulsion 2, une unité de commande 3, une structure de protection 4, une pluralité de supports 5 d'unité de propulsion, et un support 6 d'unité de commande.

Dans l'exemple illustré sur les figures 1 à 3, le robot aérien 1 est un quadricoptère, c'est-à-dire qu'il comprend quatre unités de propulsion 2 à voilure tournante. Les quatre unités de propulsion 2 sont disposées côte à côte, de manière coplanaire.

Le robot aérien 1 est propre à prendre sélectivement une configuration déployée telle qu'illustrée sur les figures 1 et 2) et une configuration repliée (telle qu'illustrée sur la figure 3).

Comme illustré sur les figures 1 à 4, la structure de protection 4 comprend une enveloppe gonflable 7 entourant une pluralité d'ouvertures 8 et 9.

L'enveloppe gonflable 7 délimite une chambre interne 71 propre à contenir un fluide de gonflage. L'enveloppe gonflable 7 est formée en une membrane 72 souple, de préférence en matière plastique.

La membrane souple 72 présente une épaisseur comprise entre 3 micromètres et 3 millimètres. Par exemple, si la membrane est formée en poly(téréphtalate d'éthylène) (PET), elle présente typiquement une épaisseur de 3 millimètres. Si la membrane est formée en poly(chlorure de vinyle) (PVC), elle présente typiquement une épaisseur de 0,22 millimètres.

La membrane souple peut également être renforcée d'une armature textile, telle qu'une armature en fibres d'aramides par exemple. Les fibres peuvent en particulier être des fibres de poly(p-phénylènetéréphtalamide) (PPD-T) – commercialisé sous le nom de Kevlar®. Dans ce cas, la membrane peut présenter une épaisseur allant jusqu'à 3 millimètres.

L'armature textile peut être positionnée uniquement sur le pourtour intérieur des ouvertures 8 afin de protéger l'enveloppe gonflable 7 des pales des unités de propulsion 2.

La membrane souple présente un poids inférieur ou égale à 250 grammes par mètre carré, de préférence inférieur ou égal à 150 grammes par mètre carré, pour un robot aérien de moins de 10 kilogrammes.

L'enveloppe gonflable 7 peut présenter des cloisons internes délimitant une pluralité de caissons contenant du fluide de gonflage. Dans ce cas, chaque caisson peut être gonflé et dégonflé de manière indépendante des autres caissons. La présence de caissons permet de maintenir une rigidité de la structure de protection 4, même en cas de dégradation de l'un des caissons.

Par ailleurs, l'enveloppe gonflable 7 peut être formée d'une double membrane, afin de constituer une sécurité, en cas de crevaison de la première membrane.

Le fluide de gonflage contenu dans la chambre interne peut être de l'air ou de l'azote. Alternativement, le fluide de gonflage peut être un gaz plus léger que l'air, tel que de l'Hélium (He) par exemple, de manière à créer une force de poussée verticale ascendante qui compense au moins en partie le poids des composants embarqués.

Le robot aérien 1 peut inclure une source de fluide de gonflage pour le gonflage de l'enveloppe gonflable 7. La source de fluide peut être une cartouche de gaz contenant du gaz sous pression, un générateur de gaz (générateur de gaz ou générateur pyrotechnique) ou encore une pompe à air permettant de prélever de l'air depuis l'extérieur de l'enveloppe gonflable 7 pour l'injecter à l'intérieur de la chambre interne. Par exemple, le robot aérien peut être équipé d'une cartouche d'azote, permettant de gonfler l'enveloppe 7 en 1 à 5 secondes.

Les ouvertures 8 et 9 sont constituées de quatre ouvertures périphériques 8 et d'une ouverture centrale 9. L'enveloppe gonflable 7 forme quatre boudins entourant respectivement les quatre ouvertures périphériques.

Les unités de propulsion 2 sont logées dans les ouvertures périphériques 8. L'unité de commande 3 est logées dans l'ouverture centrale 9.

Lorsque l'enveloppe 7 est gonflée avec un fluide de gonflage, chaque ouverture périphérique 8 présente une forme générale circulaire. De plus, les ouvertures périphériques 8 sont disposées les unes par rapport aux autres de sorte que leurs centres soient régulièrement espacés autour de l'ouverture centrale 9. Plus précisément, les centres des ouvertures périphériques 8 sont positionnés aux sommets d'un quadrilatère symétrique, en l'espèce un carré. L'enveloppe 7 entoure chacune des ouvertures périphériques 8.

L'ouverture centrale 9 présente également une forme circulaire. Les ouvertures périphériques 8 sont disposées autour de l'ouverture centrale avec un espacement angulaire identique entre deux ouvertures périphériques 8 successives.

La structure de protection 4 comprend en outre une pluralité de pièces de raccordement 10 fixées sur l'enveloppe gonflable 7 pour le raccordement des supports 5 à l'enveloppe gonflable 7. Plus précisément, chaque ouverture périphérique 8 de l'enveloppe gonflable 7 est munie de trois pièces de raccordement. Chaque pièce de raccordement 10 présente la forme d'une portion de tube flexible s'étendant en saillie de l'enveloppe gonflable 7. Chaque pièce de raccordement 10 s'étend à l'intérieur de l'ouverture 8 selon une direction radiale par rapport à l'ouverture 8.

De même, la structure de protection 4 comprend une pluralité de pièces de raccordement 11 fixées sur l'enveloppe gonflable 7 pour le raccordement du support 6 à l'enveloppe gonflable 7. Plus précisément, l'ouverture centrale 9 de l'enveloppe gonflable 7 est munie de quatre pièces de raccordement 11. Les pièces de raccordement 11 sont identiques aux pièces de raccordement 10. Chaque pièce de raccordement 11 présente la

forme d'une portion de tube flexible s'étendant en saillie de l'enveloppe gonflable 7. Chaque pièce de raccordement 11 s'étend à l'intérieur de l'ouverture 9 selon une direction radiale par rapport à l'ouverture 9.

Les pièces de raccordement 10 et 11 peuvent être assemblées à l'enveloppe gonflable 7 par collage ou par thermo-soudage.

Comme illustré sur la figure 5, la membrane de l'enveloppe gonflable 7 peut être imprimée avec des motifs. La structure de protection 4 peut ainsi servir de support pour une image.

Comme illustré sur les figures 6A à 6C, chaque unité de propulsion 2 comprend deux variateurs de vitesse électronique 12 et 13, deux moteurs électrique 14 et 15, et une paire de rotors 16 et 17 (ou voilures tournantes) contrarotatifs. Les moteurs électriques 14 et 15 sont des moteurs de type « brushless » (ou moteurs synchrones auto-pilotés à aimants permanents). Les rotors 16 et 17 sont montés en tandem pour maximiser la poussée générée par chaque unité de propulsion 2 et obtenir une redondance entre les différentes unités de propulsions 2. Chaque rotor 16, 17 est propre à être entrainé en rotation par l'un des moteurs électriques 14, 15 qui lui est associé. Les rotors 16 et 17 sont entrainés selon des axes de rotation X coaxiaux, et en sens opposés. Chaque rotor 16 et 17 comprend un moyeu 18 monté solidaire de l'arbre moteur et trois pales 19 à 21 s'étendant à partir du moyeu 18. Chaque pale 19 à 21 est raccordée au moyeu 18 par le biais d'une liaison pivot 29 permettant de rabattre les pales les unes le long des autres (comme illustré sur les figures 7A à 7C). Lorsque le moyeu 18 est entrainé en rotation par le moteur électrique 14, 15, les pales 19 à 21 pivotent par rapport au moyeu 18 sous l'effet de la force centrifuge et se positionnent spontanément selon des directions radiales par rapport à l'axe de rotation X du rotor 16, 17.

Chaque support 5 d'unité de propulsion relie l'une des unités de propulsion 2 à la structure de protection 4. Chaque support 5 comprend une base 22 sur laquelle sont fixés les moteurs électriques 14, 15, et une pluralité de bras 23 à 25 s'étendant radialement à partir de la base 22 pour raccorder le support 5 à l'enveloppe gonflable 7. Plus précisément, chaque support 5 comprend trois bras 23 à 25 s'étendant radialement à partir de la

base 22. Chaque bras 23 à 25 présente une première extrémité 33 à 35 reliée à la base 22 et une deuxième extrémité 36 à 38 propre à être raccordée à l'enveloppe gonflable 7. A cet effet, la deuxième extrémité 36 à 38 de chaque bras 23 à 25 est adaptée pour être insérée dans l'une des pièces de raccordement 10. Une fois les deuxièmes extrémités des bras 23 à 25 insérées dans les pièces de raccordement 10, les moteurs électriques 14 et 15 de l'unité de propulsion 2 se trouvent positionnés au centre de l'ouverture 8 correspondante.

Chaque support 5 permet ainsi de maintenir une unité de propulsion 2 à l'intérieur de l'ouverture 8 dans laquelle elle est reçue, de manière centrée par rapport à l'ouverture 8, tout en autorisant une déformation de l'enveloppe gonflable 7.

Par ailleurs, les bras 23 à 25 incluent un bras fixe 23, monté de manière fixe à la base 22 et deux bras mobiles 24 et 25, montés de manière rotative par rapport à la base 22. Chaque bras mobile 24 et 25 est monté rotatif par le biais d'une liaison pivot 39, 40 autour d'un axe de rotation parallèle à l'axe de rotation des rotors 14, 15. Autrement dit, chaque bras mobile 24 et 25 est monté rotatif autour d'un axe de rotation orthogonal au plan dans lequel sont disposés les unités de propulsion 2. De cette manière, les bras mobiles 24 et 25 peuvent être repliés pour s'étendre parallèlement au bras fixe 23.

Plus précisément, les bras mobiles 24 et 25 peuvent être déplacés par rapport au bras fixe 23 entre une configuration déployée (illustrée sur les figures 6A à 6C) dans laquelle les bras 23 à 25 s'étendent radialement à partir de la base 22 et une configuration repliée (illustrée sur les figures 7A à 7C) dans laquelle les bras 23 à 25 s'étendent parallèlement les uns aux autres.

Par ailleurs, chaque bras mobile 24 et 25 présente à sa première extrémité 34, 35 une portion de verrouillage 41, 42 propre à venir s'encliqueter dans une portion de verrouillage complémentaire 43, 44 du bras fixe 23 pour verrouiller les bras mobiles 24 et 25 en configuration déployée.

De même, comme illustré sur les figures 7A à 7C, les pales 19 à 21 de chaque rotor 16 et 17 peuvent être rabattues les unes le long des autres.

Les variateurs 12 et 13 sont fixés sur le bras fixe 23 du support 5. Chaque variateur 12, 13 est propre à être commandé par l'unité de commande 3 pour ajuster la vitesse de rotation du rotor 14, 15 qui lui est associé.

Le support 6 d'unité de commande relie l'unité de commande 3 à la structure de protection 4.

Comme illustré sur la figure 8, le support 6 d'unité de commande comprend une pluralité d'orifices 61, chaque orifice 61 étant propre à recevoir l'une des pièces de raccordement 11 s'étendant à l'intérieur de l'ouverture 9 de l'enveloppe gonflable 7.

Lorsque le robot aérien 1 est en configuration repliée (figures 3), l'enveloppe gonflable 7 est dégonflée de sorte que les unités de propulsion 2 peuvent être rapprochées les unes des autres (comme illustré sur la figure 8). De plus, les bras mobiles 24 et 25 des supports 5 sont également en configuration repliée (figures 7A à 7C). Dans cette configuration, le robot aérien 1 présente un encombrement réduit et peut être facilement logé dans un étui pour être transporté ou pour être catapulté.

Lorsque le robot aérien 1 est en configuration déployée (figures 1 et 2), l'enveloppe gonflable 7 est remplie avec du fluide de gonflage sous pression, de sorte que les unités de propulsion 2 sont maintenues à distance les unes des autres, selon un agencement fixe. De plus, les bras mobiles 24 et 25 des supports 5 sont maintenus en configuration déployée (figures 6A à 6C). Dans cette configuration, les unités de propulsion peuvent être mises en marche pour que le robot aérien 1 puisse voler.

Comme illustré sur les figures 9 à 11, l'unité de commande 3 comprend un boîtier 30, une batterie 26, un processeur 27, une carte électronique de répartition 31 et des capteurs 91 à 93.

La batterie 26 permet d'alimenter les différents composants du robot aérien, en particulier, le processeur 27, les capteurs 91 à 93 et les moteurs électriques 14, 15.

Le robot aérien 1 peut également comprendre une matrice de cellules photovoltaïques permettant de fournir de l'énergie électrique à la batterie. Les cellules photovoltaïques peuvent se présenter sous la forme d'un film mince souple à base de de matériaux semi-conducteurs à homojonction p-n ou hétérojonction, tel que par exemple de silicium amorphe (a-Si), du tellure de cadmium (CdTe), du siléniure de cuivre-indium (CIS) ou du disiléniure de cuivre-indium-gallium (CIGS - $CuIn_xGa_{(1-x)}Se_2$). Le film mince souple peut être fixé à la membrane souple formant l'enveloppe gonflable 7. La matrice est reliée à la batterie 26 et au processeur 27 qui peut ainsi gérer un rechargement de la batterie 26 lorsque le robot aérien 1 est à l'arrêt.

La membrane souple 72 formant l'enveloppe gonflable 7 peut présenter des zones transparentes au rayonnement lumineux visible. Dans ce cas, la matrice de cellules photovoltaïques peut être disposée à l'intérieur de l'enveloppe gonflable 7.

Les capteurs incluent un récepteur GPS 90, une centrale inertielle (IMU) 91, une caméra 92, et un proxymètre 93.

Le processeur 27 est configuré pour recevoir des signaux de mesure en provenance des différents capteurs et pour commander les unités de propulsion 2 par le biais de la carte électronique de répartition 31.

La centrale inertielle 91 est propre à générer des signaux de mesure représentatifs de l'orientation du robot aérien 1 (angles de roulis, de tangage et de cap) et pour transmettre les signaux de mesure d'angle au processeur 27.

La caméra 92 est positionnée de sorte que lorsque le robot aérien 1 est en vol, la ligne de visée de la caméra est dirigée vers le sol. La caméra 92 est adaptée pour générer des images du sol et pour transmettre un signal de données d'image au processeur 27.

Le proxymètre 93 est propre à générer un signal de mesure représentatif de la distance du robot aérien 1 par rapport au sol et pour transmettre le signal de mesure de distance au processeur 27.

Le processeur 27 est configuré pour calculer une vitesse du robot aérien 1 par rapport au sol à partir des données d'image fournies par la caméra 92 et du signal de mesure de distance fourni par le proxymètre 93.

Le processeur 27 est également configuré pour générer des signaux de commande des unités de propulsion 2, en fonction de la position, de la vitesse et de l'orientation du robot 1.

Les signaux de commande sont transmis à la carte électronique de répartition 31. La carte électronique de répartition 31 commande les différents variateurs 12, 13 associés aux moteurs 14, 15 des unités de propulsion 2 en fonction des signaux de commande reçus. A cet effet, la carte électronique de répartition est reliée aux variateurs 12 et 13 par le biais de câbles électriques de transmission fixés à l'enveloppe gonflable 7. Les câbles électriques peuvent être soudés à l'enveloppe gonflable 7 ou s'étendre à l'intérieur de l'enveloppe gonflable 7.

Par ailleurs, le robot aérien 1 peut également inclure un dispositif de contrôle de pression 100 afin de contrôler la pression du fluide à l'intérieur de l'enveloppe gonflable 7.

Comme illustré sur les figures 12 à 14, le dispositif de contrôle de pression 100 comprend un capteur de pression 101, une source de fluide 102, une électrovanne 103 et un tube de gonflage 104 reliant la source de fluide 102 à la chambre interne 71 de l'enveloppe gonflable 7.

Le capteur de pression 101 est propre à mesurer la pression du fluide de gonflage contenu dans la chambre interne 71, et à transmettre un signal de mesure de pression au processeur 27. Le capteur de pression 101 peut être un capteur MEMS.

La source de fluide 102 est une cartouche de gaz sous pression. La cartouche de gaz peut être logée dans le boîtier 30 de l'unité de commande 3.

L'électrovanne 103 est propre à être commandée par le processeur 27 pour mettre en communication la cartouche de gaz 102 avec la chambre interne 71 via le tube de gonflage 104, afin d'injecter le gaz contenu dans la cartouche 102 dans la chambre interne 71.

Le processeur 27 est configuré pour recevoir les signaux de mesure de pression en provenance du capteur de pression 101 et pour commander l'électrovanne 103 en fonction de la pression mesurée. Plus précisément, le processeur 27 est configuré pour comparer la pression mesurée à une première valeur seuil de pression et à une deuxième valeur seuil de pression. Lorsque la pression mesurée est inférieure à la première valeur seuil (par exemple 1,3 bars), le processeur 27 commande l'ouverture de l'électrovanne 103 de sorte que du gaz est injecté de la cartouche 102 dans la chambre interne 71. Lorsque la pression mesurée atteint le deuxième seuil de pression (par exemple 1,8 bars), le processeur 27 commande la fermeture de l'électrovanne 103, de sorte qu'il est mis fin à l'injection de gaz.

Dans une variante de réalisation, la cartouche de gaz 102 peut être remplacée par une cartouche contenant un mélange de gaz (agent gonflant et d'un mélange réactif propre à générer une mousse de colmatage (par exemple de la mousse de polyuréthane).

Selon une première possibilité (figure 13), le dispositif de contrôle de pression 100 comprend également un microcontrôleur 105 assurant une conversion des données entre un bus de données I2C (Inter Integrated Circuit) relié au processeur 27 et des bus de communication spécifiques au capteur de pression 101 et à l'électrovanne 103.

Selon une deuxième possibilité (figure 14), le capteur de pression 101 et l'électrovanne 103 sont reliés directement au processeur 27 par l'intermédiaire du bus I2C.

Par ailleurs, comme illustré sur la figure 15, l'unité de commande 3 peut également comprendre un émetteur/récepteur 28 permettant d'échanger des données entre une station au sol et le robot aérien 1. L'émetteur/récepteur permet non seulement de recevoir des signaux de commande en provenance d'une télécommande (par exemple un téléphone mobile), mais également de transmettre des données au sol (par exemple des données d'image). L'émetteur/récepteur peut être un émetteur/récepteur radioélectrique, permettant d'échanger des signaux de données selon le protocole WiFi ou XBee par exemple.

Comme on l'aura compris, la structure de protection 4 incluant l'enveloppe gonflable 7 permet non seulement de protéger les personnes et les biens des chocs que le robot aérien 1 pourrait provoquer, mais elle a également pour fonction de maintenir ensemble les différents composants du robot aérien 1, notamment les unités de propulsion 2 et l'unité de commande 3. De ce fait, la structure de protection 4 remplit également une fonction de structure porteuse ou de châssis.

En fonctionnement, l'enveloppe gonflable 7 permet d'amortir les vibrations générées par les unités de propulsion 2.

De plus, les pièces de raccordement 10 et 11 forment des suspensions élastiques contribuant à l'amortissement des vibrations entre les unités de propulsion 2 et la structure de protection 4.

L'enveloppe gonflable 7 permet au robot aérien 1 d'être posé sur le sol, sans qu'il soit nécessaire que celui-ci soit muni de pieds.

De plus, le robot aérien 1 est capable de décoller et d'atterrir sur la surface de l'eau. Les composants électroniques peuvent être rendus insensibles aux projections d'eau au moyen d'une résine étanche par exemple.

Le robot aérien 1 peut être facilement démonté pour être transporté. A cet effet, l'enveloppe gonflable 7 est vidée du fluide de gonflage qu'elle contient et les supports 5 et 6 sont détachés de l'enveloppe gonflable 7. De plus, chaque support 5 peut être stocké en configuration repliée comme illustré sur la figure 5. Afin de faciliter la vidange de l'enveloppe gonflable 7, l'enveloppe gonflable 7 peut être munie d'un dispositif de vidange (comprenant par exemple un orifice et un bouchon) permettant d'évacuer rapidement le fluide de gonflage.

Du fait de la souplesse de l'enveloppe gonflable 7, les supports 5 et 6 peuvent être facilement attachés et détachés de l'enveloppe gonflable 7 une fois celle-ci dégonflée.

La figure 16 représente de manière schématique un procédé de catapultage d'un robot aérien 1 conforme à un mode de mise en œuvre possible de l'invention.

Comme illustré sur la figure 16, le robot aérien 1 est initialement au sol dans une première position (position I), en configuration repliée. Dans cette configuration, l'enveloppe gonflable 7 est totalement dégonflée et les supports 5 et les pâles 19 à 21 des unités de propulsion 2 sont en position repliée (telle qu'illustrée sur la figure 5).

Le robot aérien 1 est logé, en configuration repliée, dans un boîtier 94 (ou fuselage), afin d'en faciliter le catapultage. Le boîtier 94 peut être formé en deux parties (ou coques) 941 et 942 séparables.

Selon une première étape, le robot aérien 1 est projeté à un instant de projection t_0 vers une cible selon une direction de projection et à une vitesse initiale V_0.

Selon une deuxième étape, lorsque le robot aérien 1 a atteint une deuxième position prédéterminée (position II), l'unité de commande 3 déclenche le gonflage de l'enveloppe gonflable 7. A cet effet, l'unité de commande 3 active la source de fluide pour déclencher l'injection de fluide dans la chambre interne de l'enveloppe gonflable 7.

Selon une première possibilité de mise en œuvre de cette deuxième étape, l'unité de commande 3 peut être programmée pour déclencher le gonflage au bout d'un certain temps t_1 prédéterminée, correspondant à une durée (t_1-t_0), le point de départ étant l'instant de projection t_0.

Selon une deuxième possibilité, l'unité de commande 3 peut être programmée pour déclencher le gonflage lorsque la vitesse V de déplacement du robot aérien devient nulle (instant t_2). Cet instant pourra être le même que l'instant t_1.

Selon une troisième possibilité, l'unité de commande 3 peut être programmée pour déclencher le gonflage lorsque l'accélération du robot devient inférieure à un seuil de fonctionnement de la centrale inertielle 91

Selon une quatrième possibilité, l'unité de commande 3 peut être programmée pour déclencher le gonflage lorsqu'elle reçoit un signal de déclenchement en provenance de la télécommande ou d'un appareil de commande à distance.

Selon une cinquième possibilité, l'unité de commande 3 peut être programmée pour déclencher le gonflage lorsque le robot 1 atteint une

altitude prédéterminée. La centrale inertielle 91 peut inclure un baromètre propre à mesurer la pression atmosphérique environnante, la pression atmosphérique mesurée étant dépendante de l'altitude à laquelle se trouve robot aérien 1.

Le robot aérien 1 passe de la configuration repliée à la configuration déployée sous l'effet du gonflage de l'enveloppe gonflable 7. Le gonflage de l'enveloppe gonflable 7 entraine le déploiement des supports 5, c'est-à-dire le passage des bras mobiles 24 et 25 en configuration déployée et le verrouillage des bras dans cette position sur la base 22.

Le gonflage de l'enveloppe gonflable 7 a également pour effet d'entrainer une séparation des deux parties 941 et 942 du boîtier 94, afin de libérer le robot aérien 1 dans l'air. Le boîtier 94 est largué. Le boîtier 94 comprend un parachute 943 relié aux deux parties 941 et 942 du boîtier, permettant de ralentir la vitesse de chute des parties 941 et 942.

Selon une troisième étape, lorsque l'enveloppe gonflable 7 est totalement gonflée (instant t_3), l'unité de commande 3 commande la mise en marche des unités de propulsion 2 (position III) afin de permettre au robot aérien de se maintenir en l'air. Les moteurs électriques 14 et 15 entrainent en rotation les rotors 16 et 17, ce qui a pour effet que les pâles 19 à 21 se positionnement selon des directions radiales par rapport aux axe de rotation des rotors 16, 17.

En phase de vol, l'unité de commande 3 commande les unités de propulsion 2 pour stabiliser le robot aérien de manière automatique.

Par ailleurs, pendant le vol, l'unité de commande 3 peut commander la source de fluide injecter du fluide dans la chambre interne de l'enveloppe gonflable 7 en fonction de la pression de fluide de gonflage mesurée par le capteur de pression. Ainsi, l'unité de commande 3 maintient en permanence une pression constante de fluide dans l'enveloppe gonflable 7, et permet une injection de fluide en cas de dégonflage de l'enveloppe.

La figure 17 représente de manière schématique un robot aérien 1 conforme à un deuxième mode de réalisation possible de l'invention.

Ce deuxième mode de réalisation est identique au premier mode de réalisation illustré sur la figure 1, excepté que les unités de propulsion 2 ont été remplacées par des unités de propulsion 200 à effet Coanda.

Comme illustré sur la figure 18, chaque unité de propulsion 200 comprend un carter 201 monté fixe sur le support d'unité de propulsion et un rotor 202 (ou turbine) monté rotatif par rapport au carter 201 autour d'un axe de rotation X. Le rotor 202 est propre à être entrainé en rotation par rapport au carter par un moteur électrique associé.

Le carter 201 et le rotor 202 présentent chacun une série d'ailettes 203, 204 agencées pour générer un flux d'air vers le haut dans la direction de l'axe X (flèches A) lorsque le rotor 202 est entrainé en rotation par rapport au carter 201.

L'unité de propulsion 200 comprend également un capot déflecteur 205 et une enveloppe annulaire 206 s'étendant autour du carter 201.

Le capot déflecteur 205 est propre à dévier le flux d'air généré par le rotor 202 dans des directions radiales par rapport à l'axe de rotation X (flèches B).

L'enveloppe annulaire 206 présente une surface externe convexe 207, sensiblement sphérique, propre à dévier le flux d'air radial par effet Coanda. Le flux d'air suit la surface externe 207 et subit une déviation vers le bas avant de se détacher de la surface 207 (flèches C). Le flux d'air ainsi dévié génère une poussée vers le bas.

L'enveloppe annulaire 206 est une enveloppe gonflable, délimitant une chambre interne 208 propre à contenir du fluide de gonflage. L'enveloppe 206 est formée en une membrane souple, de préférence en matière plastique. L'enveloppe annulaire 206 peut être reliée à la source de fluide 102 pour pouvoir être gonflée de manière indépendante de l'enveloppe gonflable 7. Alternativement, la chambre interne 208 de l'enveloppe annulaire 206 peut communiquer avec la chambre interne 71 de l'enveloppe 7, de manière à être gonflée simultanément à l'enveloppe gonflable 7.

Une telle unité de propulsion 200 élimine la rotation de pales qui hachent le flux d'air.

Les figures 19 à 26 représentent de manière schématique différentes variantes de structures de protection.

Selon une première variante illustrée sur la figure 19, la structure de protection 4 comprend une enveloppe gonflable 7 présentant une forme générale circulaire qui peut être utilisée comme une bouée.

Selon une deuxième variante illustrée sur les figures 20 et 21, la structure de protection 4 comprend une enveloppe gonflable 7 délimitant plusieurs chambres internes 73 et 74 propres à contenir du fluide de gonflage.

Plus précisément, l'enveloppe gonflable 7 comprend une première chambre 73 formant des boudins circulaire entourant les unités de propulsion, et une deuxième chambre 74 entourant la première chambre. L'enveloppe 7 assure une séparation étanche entre la première chambre 73 et la deuxième chambre 74, c'est-à-dire qu'elle empêche toute communication de fluide entre les chambres.

Ainsi, en cas d'endommagement de la deuxième chambre 74, la première chambre 73 permet de maintenir une protection autour des unités de propulsion.

Selon une troisième variante illustrée sur les figures 22 et 23, la structure de protection 4 comprend une enveloppe gonflable 7 délimitant plusieurs chambres internes 75 à 77 propres à contenir du fluide de gonflage.

Les chambres 75 à 77 forment un empilement. Chaque chambre présente une forme de disque, les disques s'étendant selon des plans parallèles les uns par rapport aux autres. L'enveloppe 7 assure une séparation étanche entre les chambres 75 à 77.

Selon une quatrième variante illustrée sur la figure 24, l'enveloppe gonflable 7 entoure six ouvertures périphériques 8 et une ouverture centrale 9. L'enveloppe gonflable 7 forme six boudins entourant respectivement les six ouvertures périphériques.

Les ouvertures périphériques 8 sont propres à loger les unités de propulsion 2 tandis que l'ouverture centrale 9 est propre à loger l'unité de commande 3.

Les centres des ouvertures périphériques 8 sont positionnés aux sommets d'un hexagone. L'enveloppe 7 entoure chacune des ouvertures périphériques 8.

Les ouvertures périphériques 8 sont disposées autour de l'ouverture centrale avec un espacement angulaire identique entre deux ouvertures périphériques 8 successives.

Selon une cinquième variante illustrée sur la figure 25, l'enveloppe gonflable 7 présente une forme sensiblement triangulaire. L'enveloppe gonflable 7 entoure trois ouvertures périphériques 8 et une ouverture centrale 9. L'enveloppe gonflable 7 forme trois boudins entourant respectivement les trois ouvertures périphériques.

Selon une sixième variante illustrée sur la figure 26, l'enveloppe gonflable 7 présente une forme en delta. L'enveloppe gonflable 7 entoure quatre ouvertures périphériques 8 et une ouverture centrale 9.

Les figures 27 à 29 représentent de manière schématique un robot aérien 1 conforme à un troisième mode de réalisation de l'invention.

Dans ce troisième mode de réalisation, le robot aérien comprend des premières unités de propulsion 2 et des deuxièmes unités de propulsion 2'.

Les premières unités de propulsion 2 sont identiques aux unités de propulsion du premier mode de réalisation illustré sur la figure 1. Les premières unités de propulsion 2 sont agencées de part et d'autre de l'ouverture centrale selon un axe longitudinal du robot (axe parallèle à la direction de déplacement du robot).

Les deuxièmes unités de propulsions 2' se distinguent des premières unités de propulsion 2 en ce qu'elles sont montées sur un support 5' autorisant une rotation des deuxièmes unités de propulsion 2' autour d'un axe transversal du robot (axe perpendiculaire à la direction de déplacement du robot).

Les supports 5' autorisent un basculement des unités de propulsion 2' entre une position de sustentation (illustrée sur la figure 27) dans laquelle les unités de propulsion 2' génèrent une poussée dirigée vers le sol, et une position de déplacement (illustrée sur les figures 28 et 29), dans laquelle les

unités de propulsion 2' génèrent une poussée dirigées parallèlement au sol, de manière à permettre un déplacement rapide du robot 1 par rapport au sol.

Ainsi, sur la figure 27, les unités de propulsion 2 et 2' sont orientées de manière à ce que les axes de rotation de leurs moteurs soient parallèles les uns par rapport aux autres.

Sur les figures 28 et 29, les deuxièmes unités de propulsion 2' sont orientées de manière à ce que les axes de rotation des moteurs des deuxièmes unités de propulsion 2' sont perpendiculaires aux axes de rotation des premières unités de propulsion 2.

Par ailleurs, chaque support d'unité de propulsion 5' comprend un moteur 51' piloté par l'unité de commande 27. Le moteur 51' est propre à modifier l'orientation de l'unité de propulsion associée 2'. Le moteur 51' peut être un moteur synchrone autopiloté à aimants permanents, couramment utilisé pour orienter les caméras.

La structure de protection 4 comporte des ouvertures 8' adaptées pour loger les unités de propulsion 2' et autoriser leur orientation entre la position de sustentation et la position de déplacement.

Les unités de propulsion 2 restants fixes par rapport à la structure de protection 4 assurent une sustentation verticale ou un effet de sol en cas de déplacement au ras de terre.

REVENDICATIONS

1. Robot aérien (1) comprenant :

- au moins une unité de propulsion (2),
- une structure de protection (4) comprenant une enveloppe gonflable (7) délimitant une chambre propre à contenir un fluide de gonflage, la structure de protection (4) présentant au moins une ouverture (8) dans laquelle est positionnée l'unité de propulsion (2), chaque ouverture (8) étant entourée par l'enveloppe gonflable (7), et
- au moins un support (5), chaque support (5) reliant une unité de propulsion (2) à la structure de protection (4), chaque support (5) comprenant une base (22) sur laquelle est fixée l'unité de propulsion (2), et une pluralité de bras (23-25) s'étendant radialement à partir de la base (22) pour raccorder le support (5) à l'enveloppe gonflable (7).

2. Robot aérien selon la revendication 1, comprenant une pluralité d'unités de propulsion (2), le robot aérien (1) présentant une configuration déployée dans laquelle l'enveloppe gonflable (7) est remplie de fluide de gonflage ce qui a pour effet que l'enveloppe de gonflage (7) maintient les unités de propulsion (2) à distance les unes des autres selon un agencement fixe, et une configuration repliée dans laquelle l'enveloppe gonflable (7) est dégonflée de sorte que les unités de propulsion (2) peuvent être rapprochées les unes des autres.

3. Robot aérien selon la revendication 1, dans lequel l'enveloppe gonflable (7) est formée en une membrane souple, de préférence en matière plastique éventuellement renforcée d'une armature textile.

4. Robot aérien selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel certains des bras (24, 25) sont raccordées de manière rotative par rapport à la base (22) entre une configuration déployée dans laquelle les bras (23-25) s'étendent radialement par rapport à la base et une configuration repliée dans laquelle les bras (23-25) s'étendent parallèlement les uns aux autres.

5. Robot selon la revendication 4, dans lequel chaque bras (24, 25) raccordé de manière rotative à la base (22) comprend une portion propre à venir s'encliqueter dans la base (22) pour verrouiller les bras (24, 25) en configuration déployée.

6. Robot aérien selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel la structure de protection (4) comprend des pièces de raccordement (10) fixées sur l'enveloppe gonflable (7), chaque pièce de raccordement (10) étant propre à recevoir une extrémité d'un bras (23-25) pour raccorder le bras (23-25) à l'enveloppe gonflable (7).

7. Robot aérien selon l'une des revendications qui précèdent, dans lequel la structure de protection (4) comprend une deuxième ouverture (9) et une unité de commande (3) logée dans l'ouverture (9) pour commander la ou les unité(s) de propulsion (2).

8. Robot aérien selon l'une des revendications qui précèdent, dans lequel chaque unité de propulsion (2) comprend un moteur électrique (14, 15) et une voilure tournante (16, 17) propre à être entrainée en rotation par rapport à la structure de protection (4).

9. Robot aérien selon la revendication 8, dans lequel chaque unité de propulsion (2) comprend deux voilures tournantes (16, 17) contrarotatives.

10. Robot aérien selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel certains des bras (24, 25) sont raccordées de manière rotative par rapport à la base (22) et chaque bras (24, 25) raccordé de manière rotative à la base (22) est rotatif selon un axe de rotation parallèle à un axe de rotation de la ou des voilure(s) tournante(s).

11. Robot aérien selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel chaque unité de propulsion (200) comprend une turbine (201, 202) propre à générer

un flux d'air, et une enveloppe (206) présentant une surface convexe (206) agencée pour dévier le flux d'air par effet Coanda, l'enveloppe (206) étant une enveloppe gonflable.

12. Robot aérien selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel l'une des unités de propulsion (2') est montée de manière pivotante par rapport au support de protection (4), entre une position de sustentation, dans laquelle l'unité de propulsion (2') génère une poussée dirigée vers le sol lorsque le robot (1) est en vol au-dessus du sol, et une position de déplacement, dans laquelle l'unité de propulsion (2') génère une poussée dirigée parallèlement au sol.

13. Robot aérien selon l'une des revendications 1 à 12, comprenant en outre une source de fluide de gonflage (102) pour le gonflage de l'enveloppe gonflable (7).

14. Procédé de catapultage d'un robot aérien (1) selon l'une des revendications qui précèdent, dans lequel le robot aérien (1) est initialement dans une configuration repliée dans laquelle l'enveloppe gonflable (7) est dégonflée, le procédé comprenant des étapes de :

- projeter le robot aérien (1) vers une cible,
- déclencher le gonflage de l'enveloppe gonflable (7) de manière à faire passer le robot aérien (1) de la configuration repliée à une configuration déployée, et
- une fois le robot aérien (1) en configuration déployée, mettre en marche la ou les unité(s) de propulsion (2).

15. Ensemble de propulsion pour un robot aérien, comprenant **:**

- une unité de propulsion (2), et
- un support (5) adapté pour relier l'unité de propulsion (2) à une structure de protection (4) du robot aérien, le support (5) comprenant une base (22) sur laquelle est fixée l'unité de propulsion (2), et une pluralité de

bras (23-25) s'étendant radialement à partir de la base (22), chaque bras étant adapté pour raccorder la base (22) à la structure de protection (4).

FIG. 1

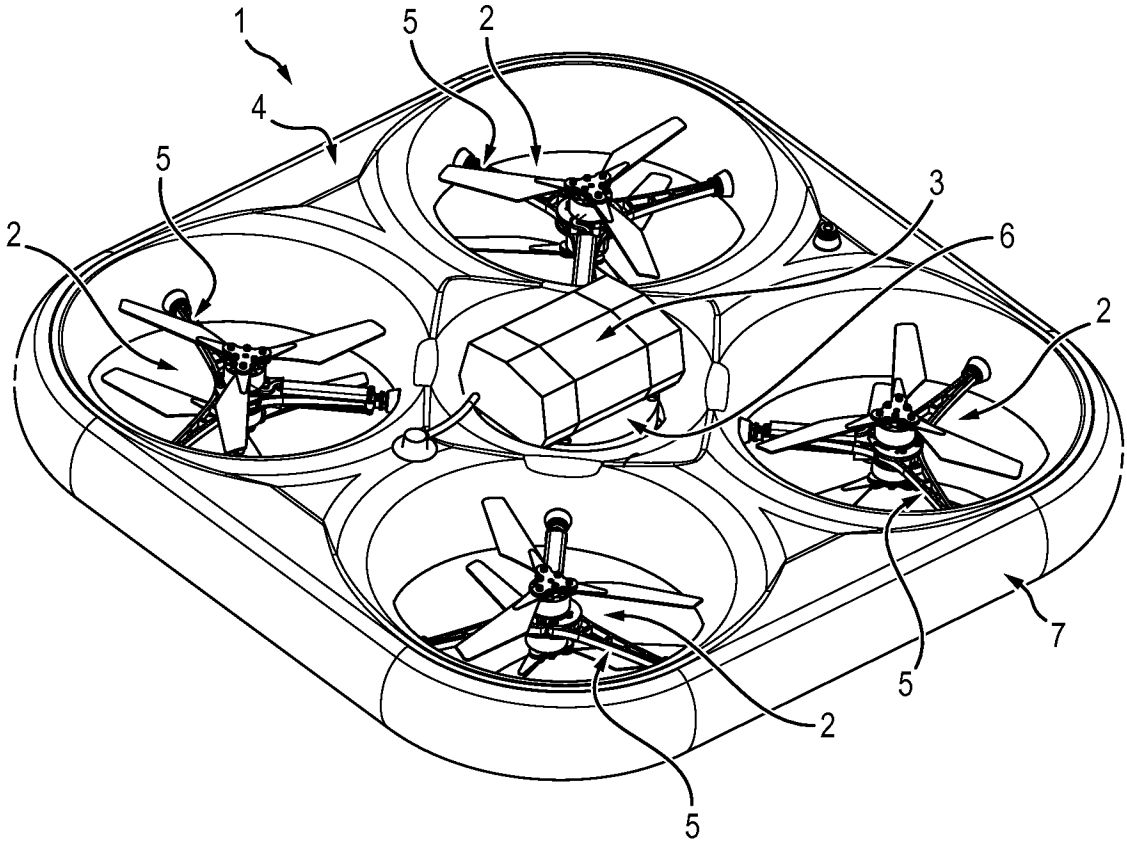


FIG. 2

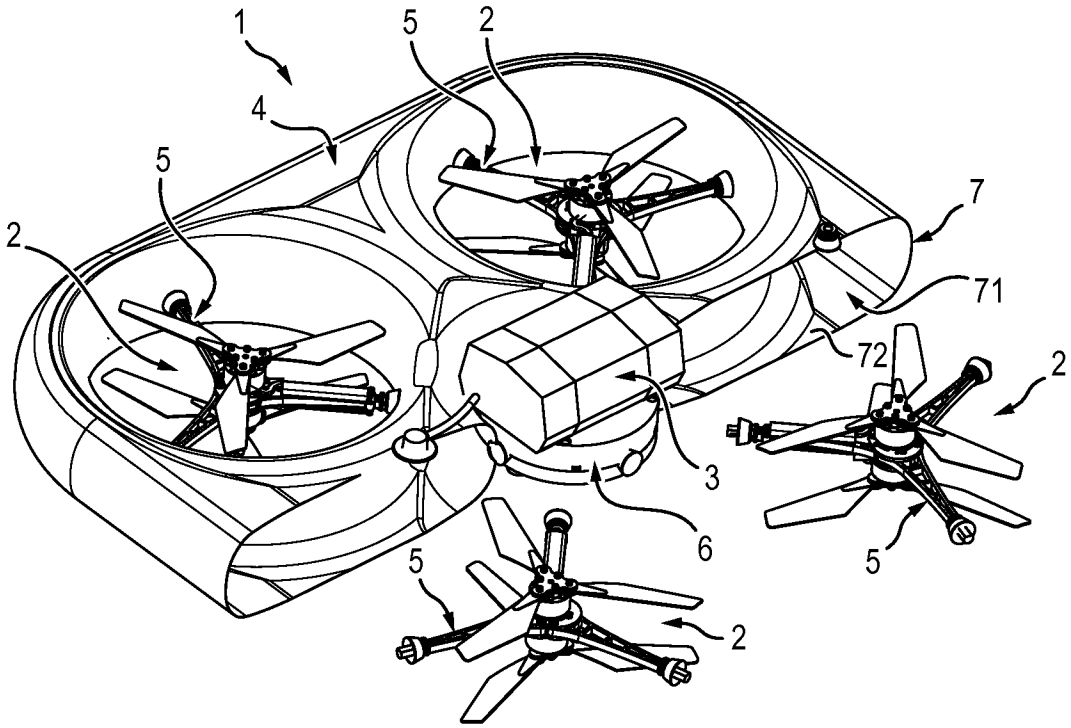


FIG. 3

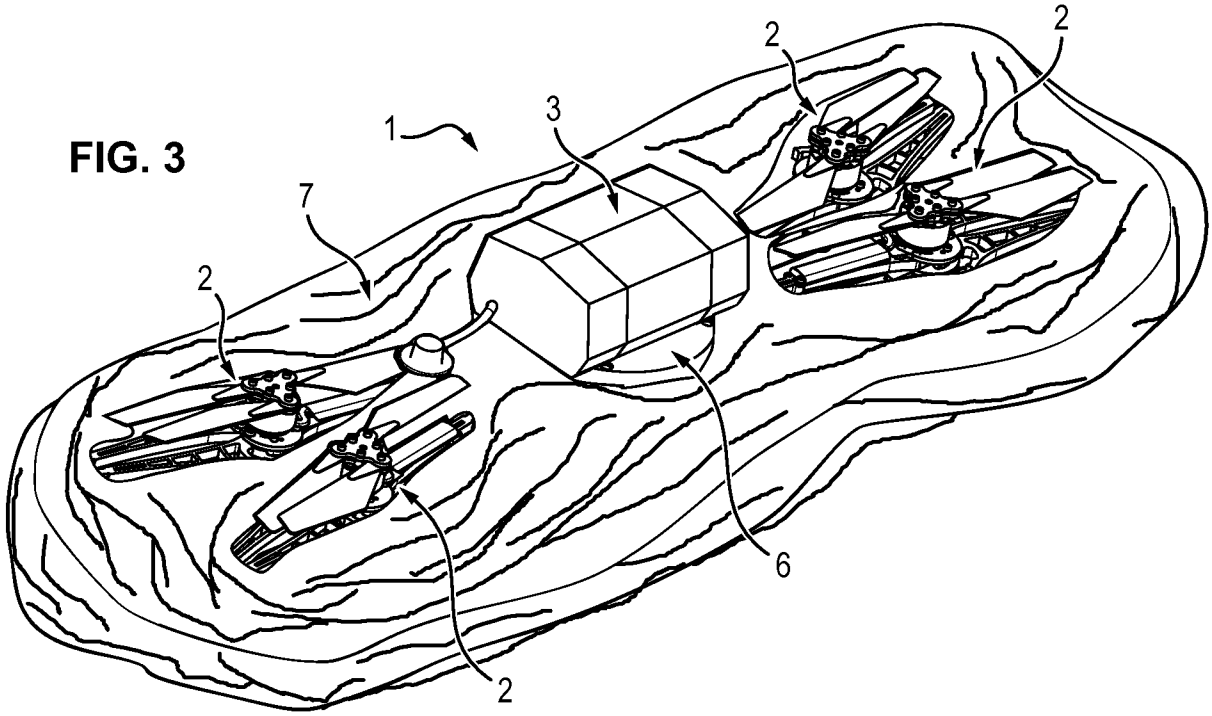


FIG. 4

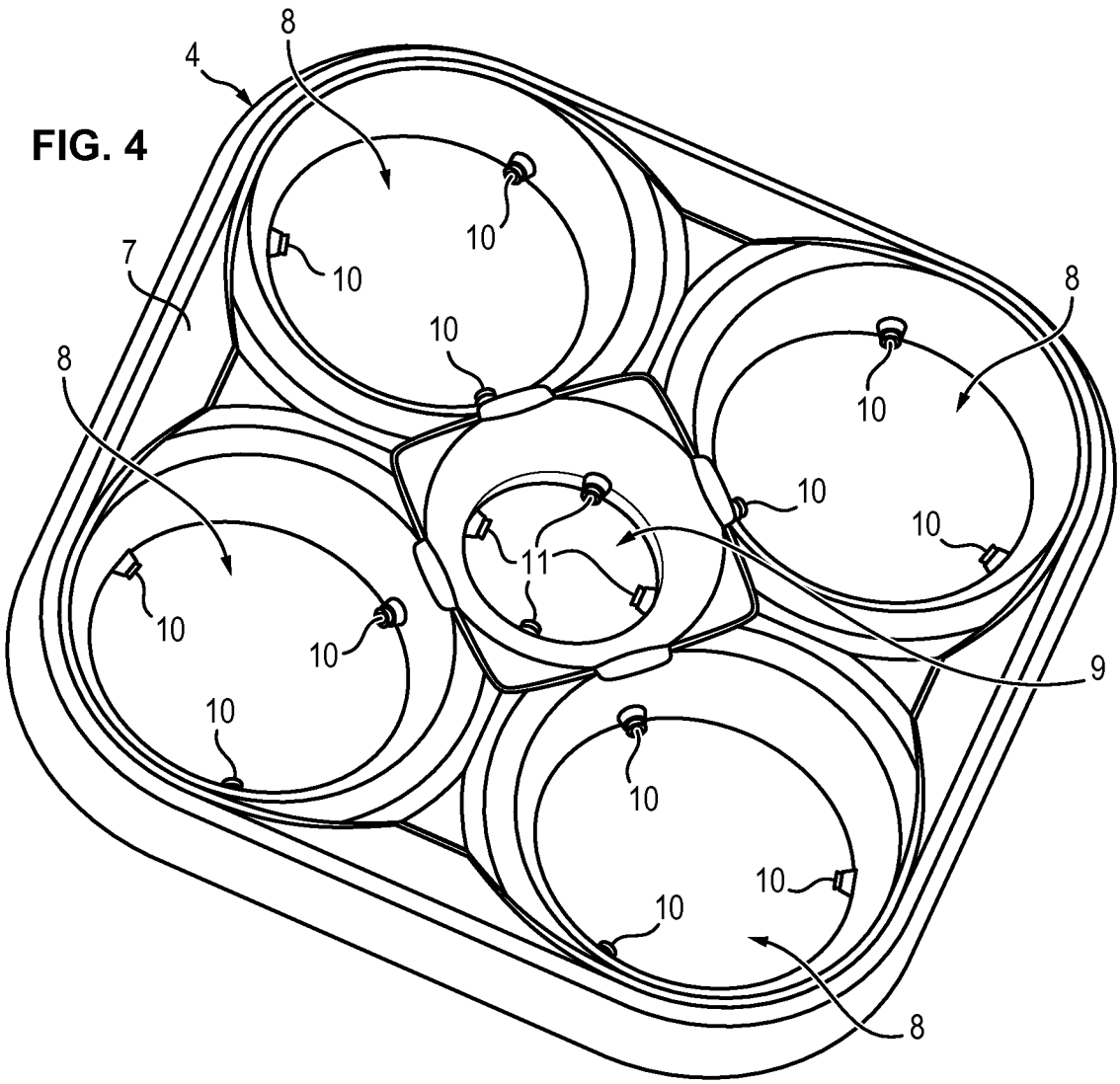


FIG. 5

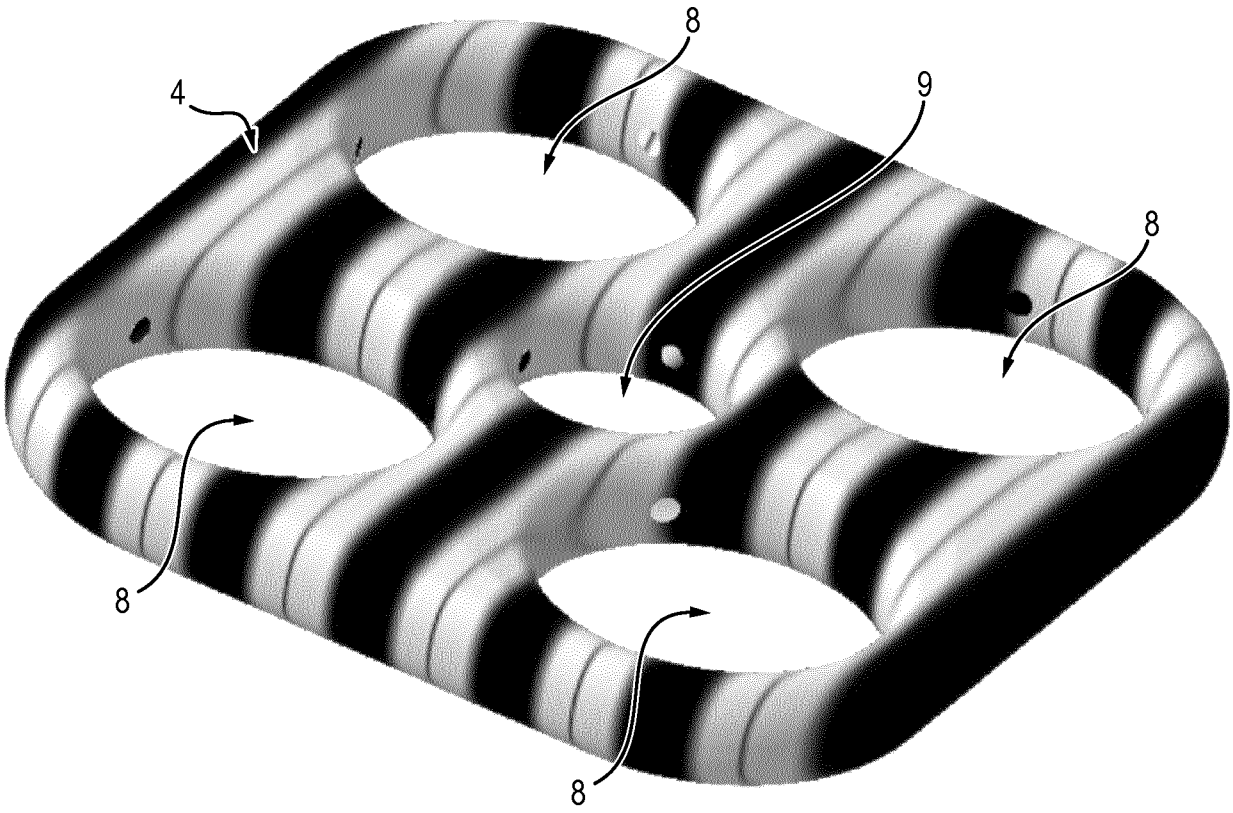


FIG. 6A

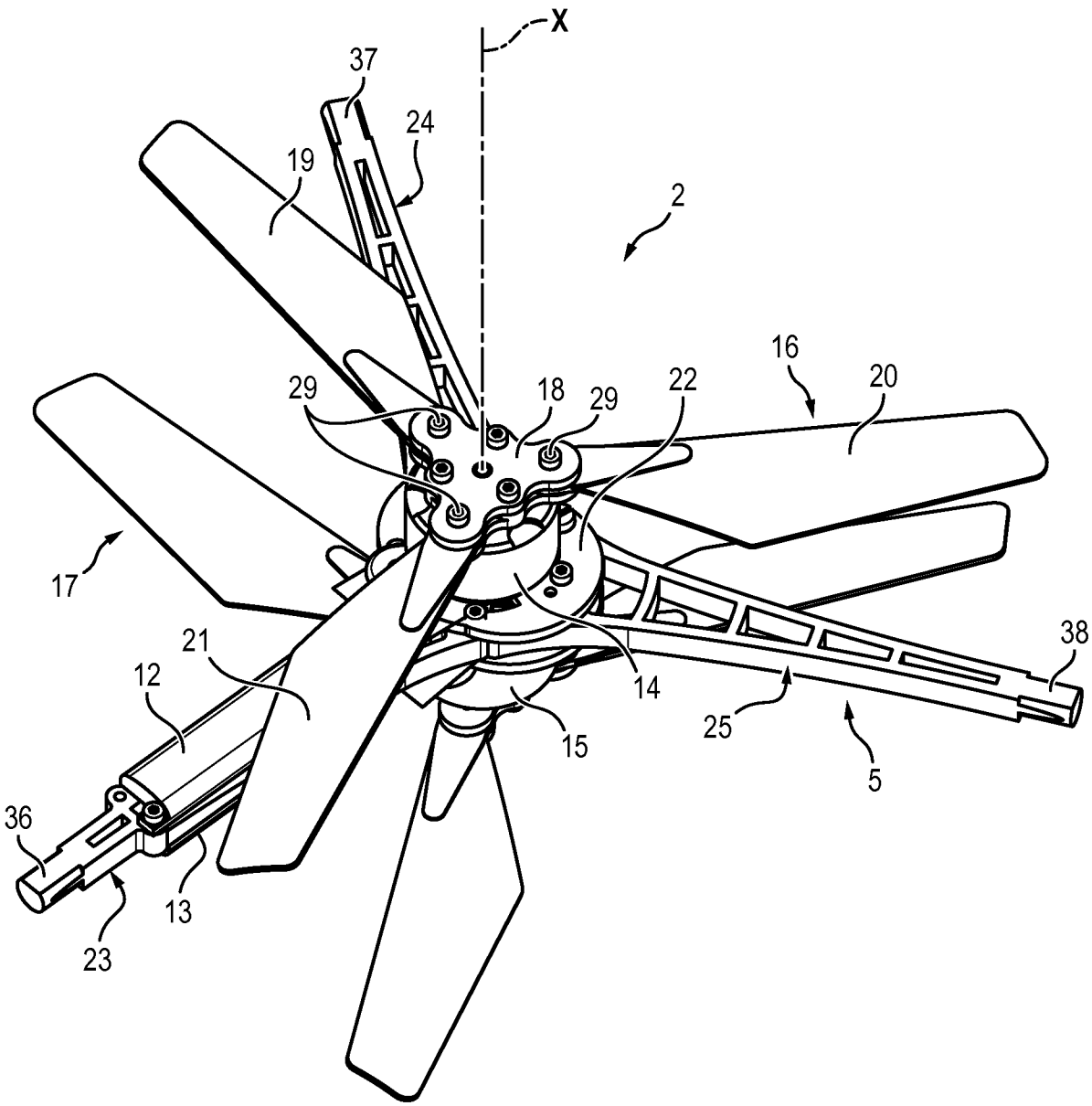


FIG. 6C

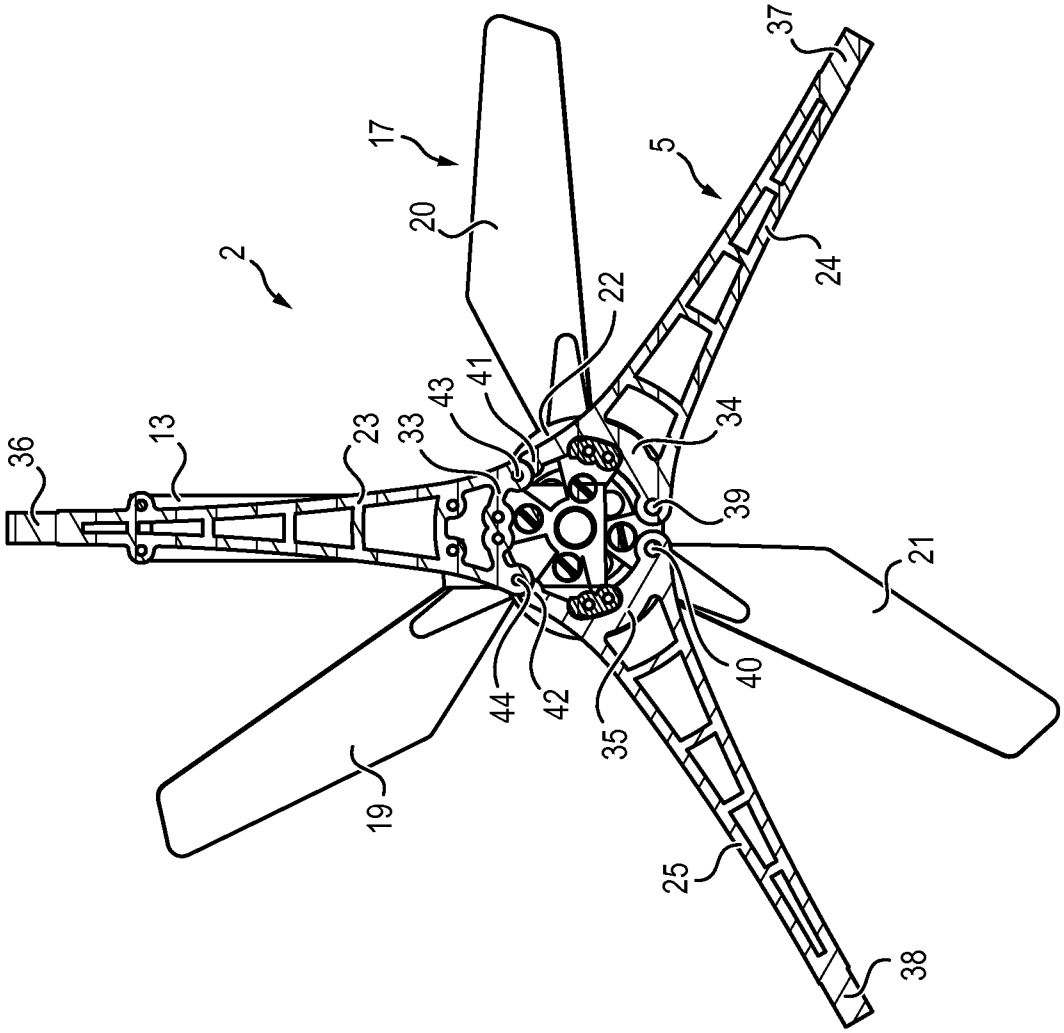
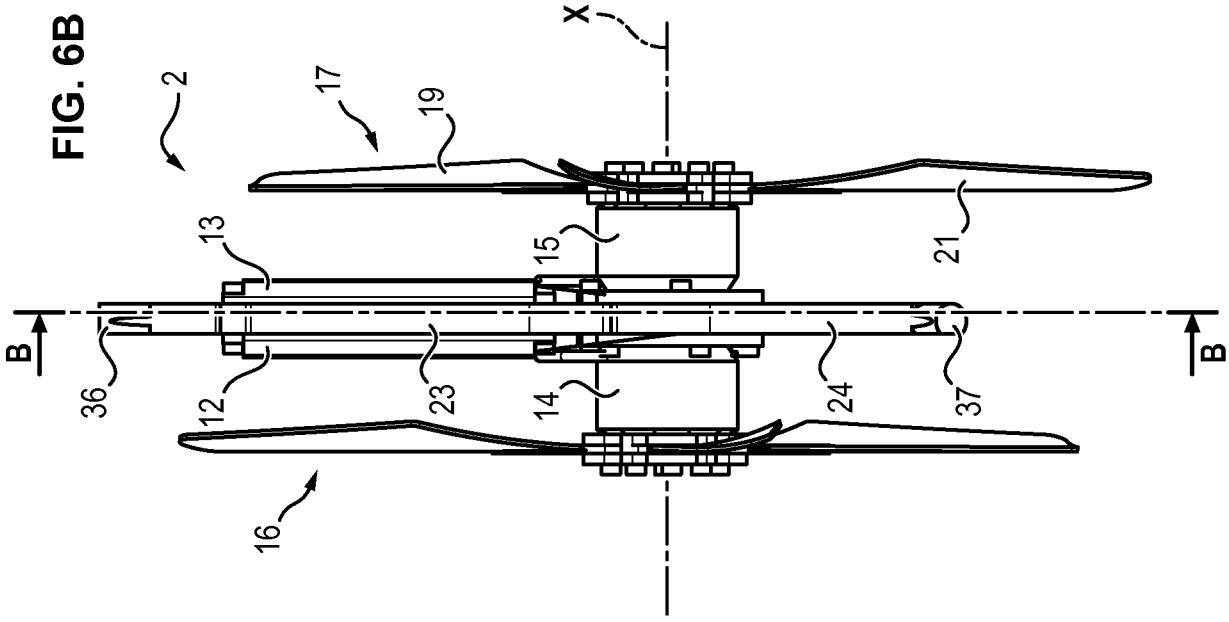

2
17
20
5
37
24
22
41
43
33
23
13
36
34
39
21
40
44
42
35
19
25
38

FIG. 6B


X
2
17
19
13
15
21
B
B
36
12
23
14
24
37
16

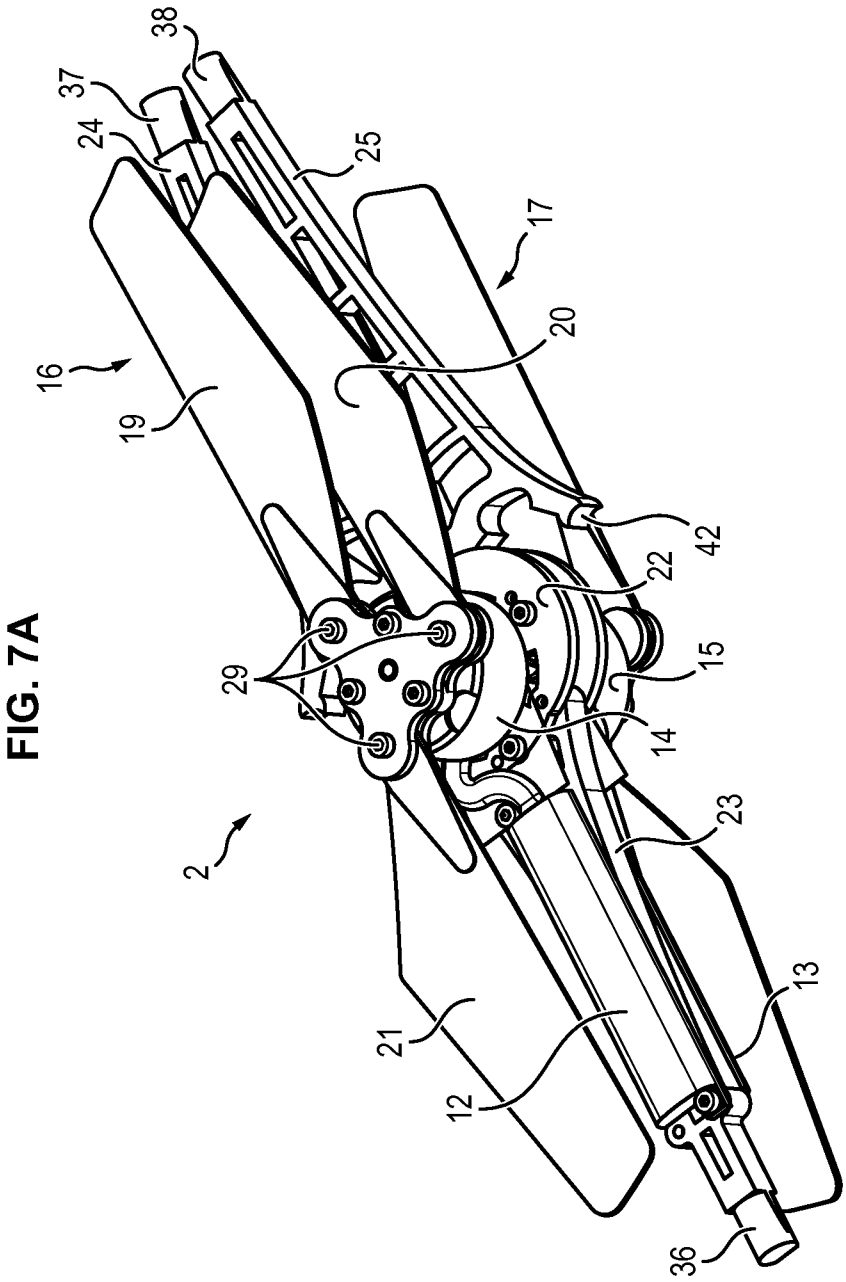


FIG. 7A

FIG. 7B

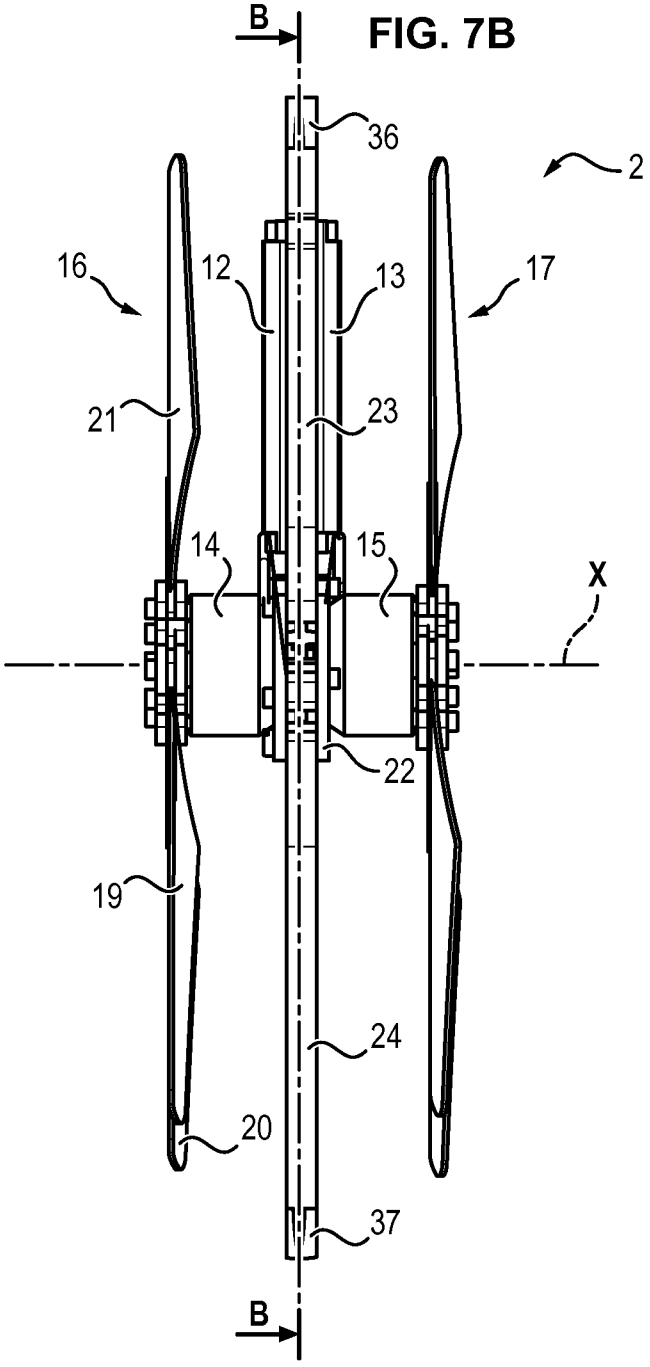
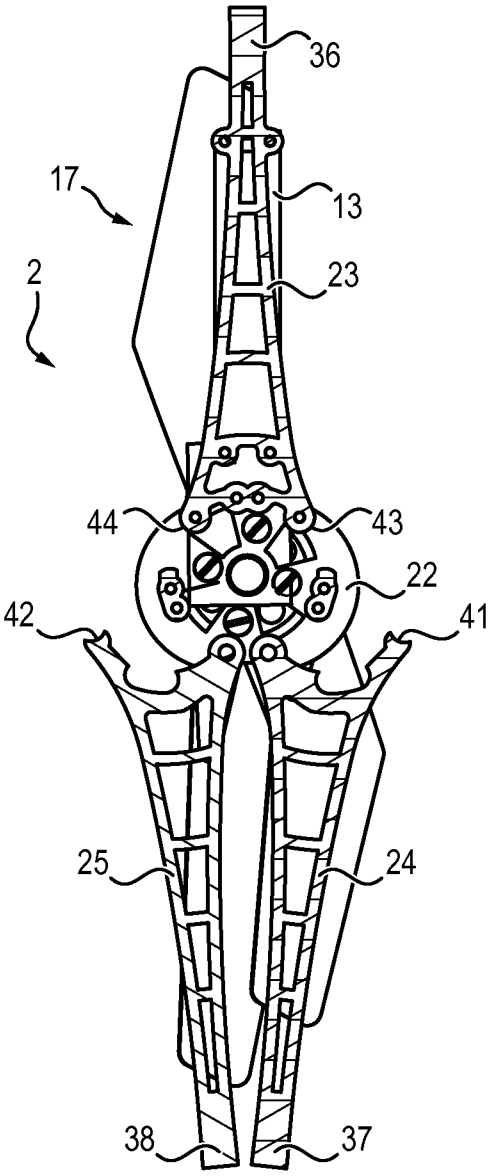

B
36
2
16
12
13
17
21
23
14
15
X
22
19
24
20
37
B

FIG. 7C


36
17
13
2
23
44
43
22
42
41
25
24
38
37

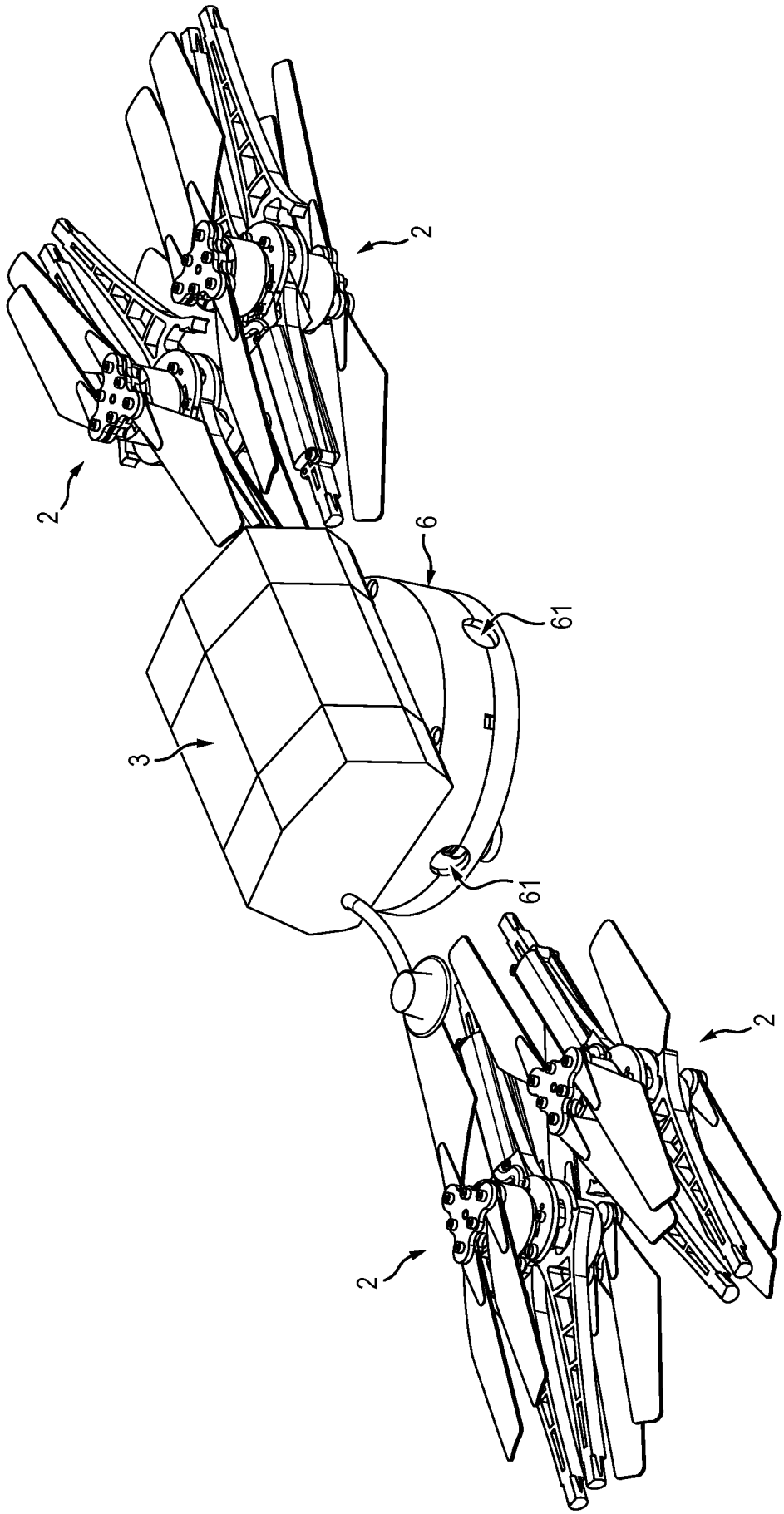


FIG. 8

FIG. 9

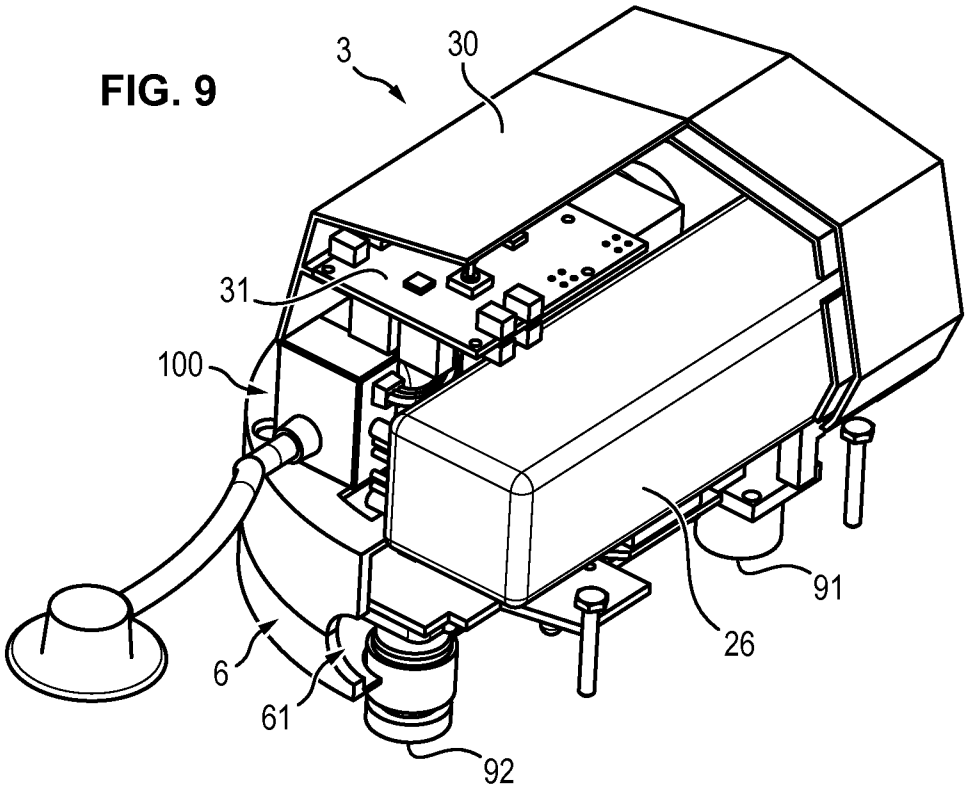


FIG. 10

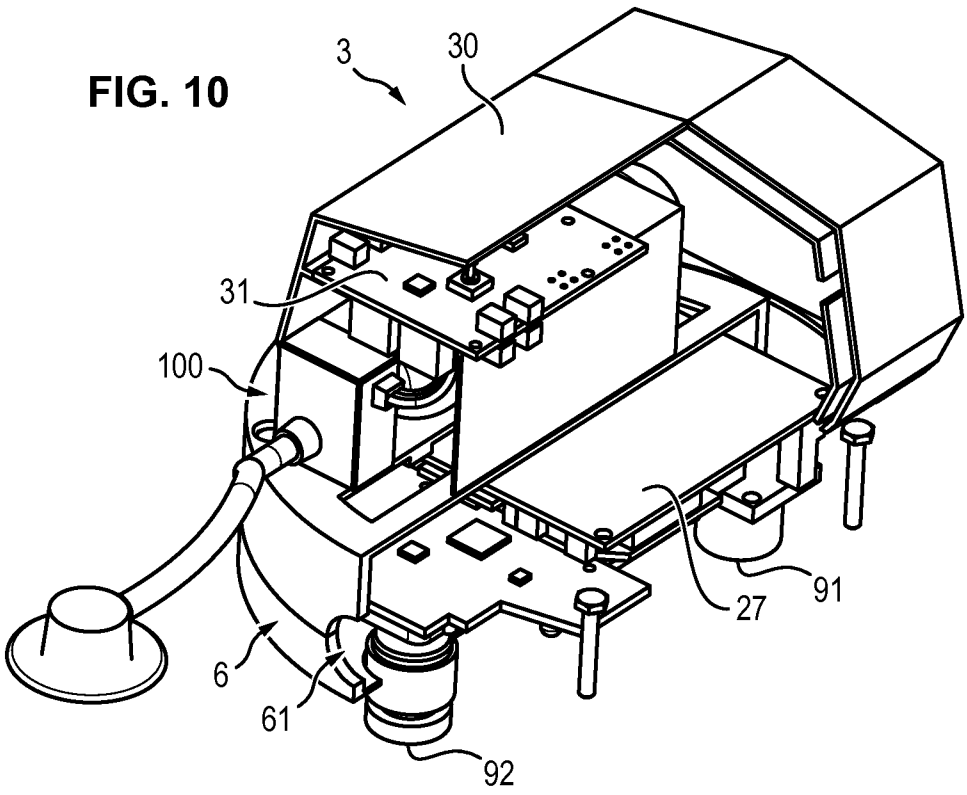


FIG. 11

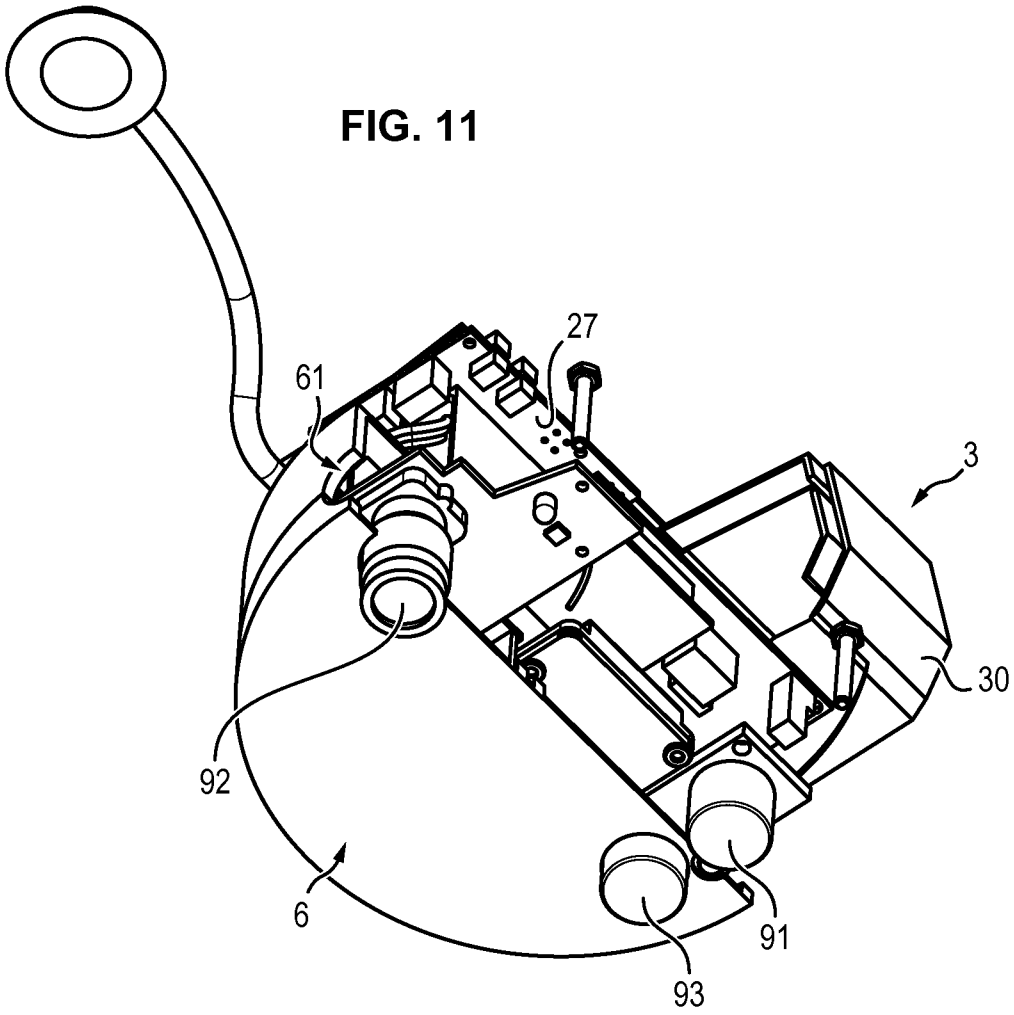


FIG. 12

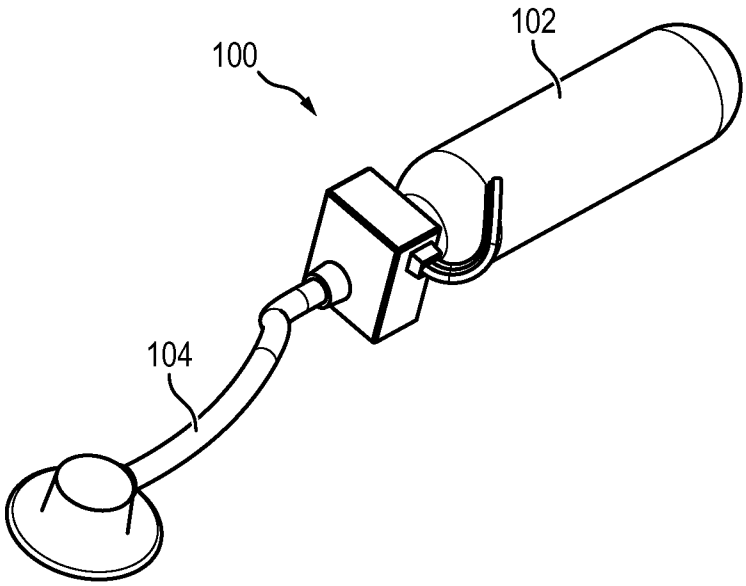


FIG. 13

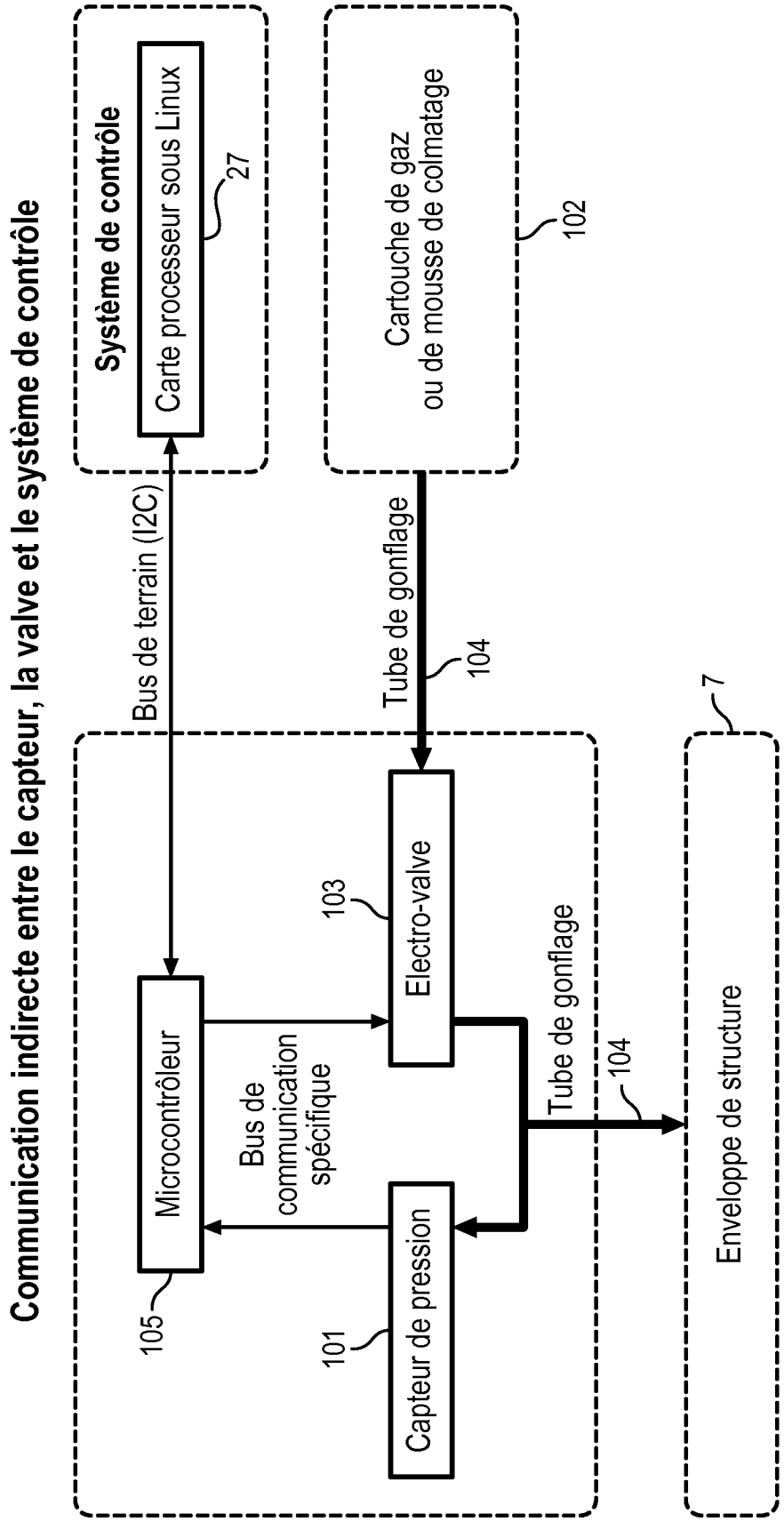

Communication indirecte entre le capteur, la valve et le système de contrôle
Système de contrôle
Carte processeur sous Linux
27
Cartouche de gaz
ou de mousse de colmatage
102
Bus de terrain (I2C)
Tube de gonflage
104
7
Microcontrôleur
105
Bus de
communication
spécifique
103
Electro-valve
Tube de gonflage
104
Enveloppe de structure
Capteur de pression
101

FIG. 14

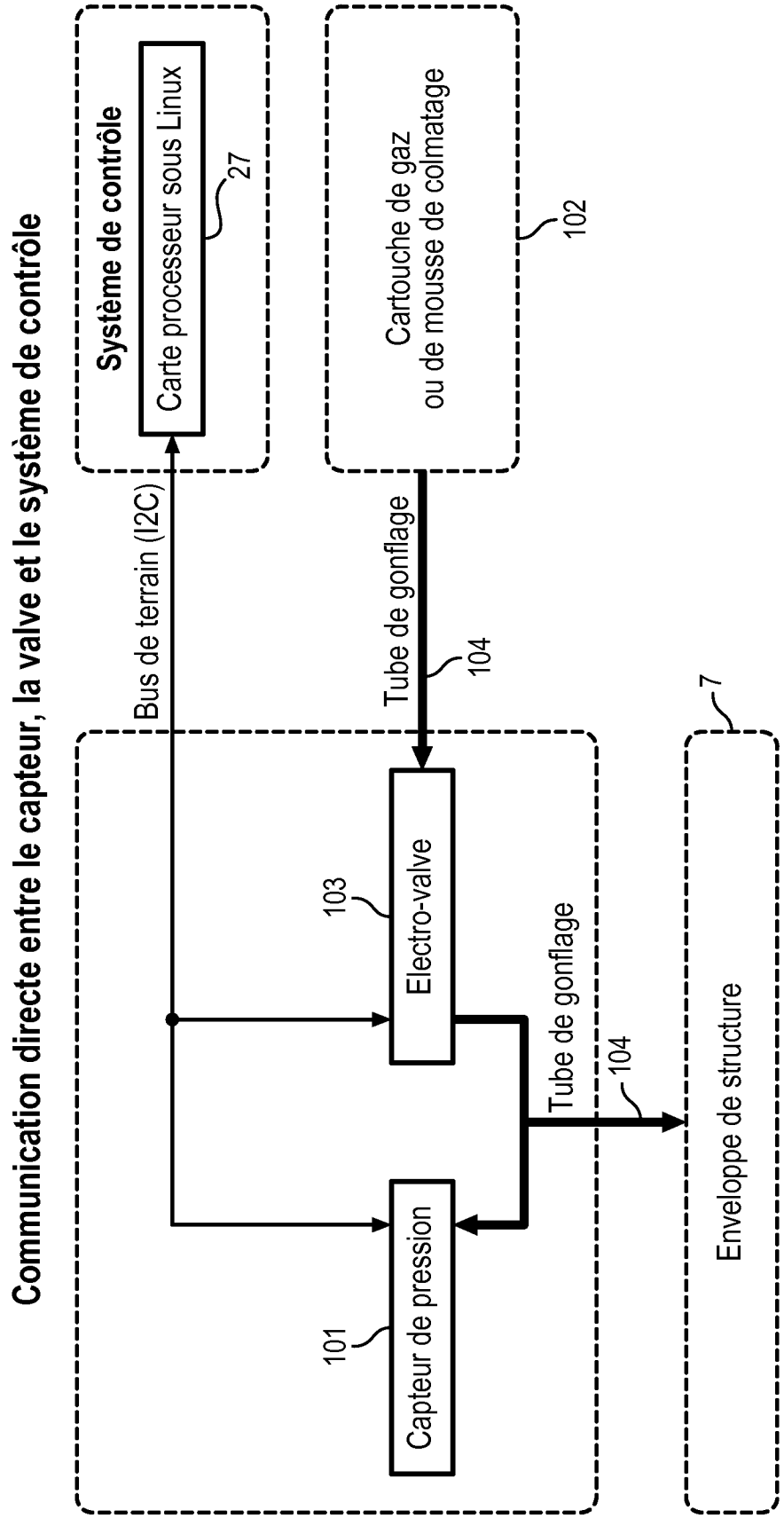
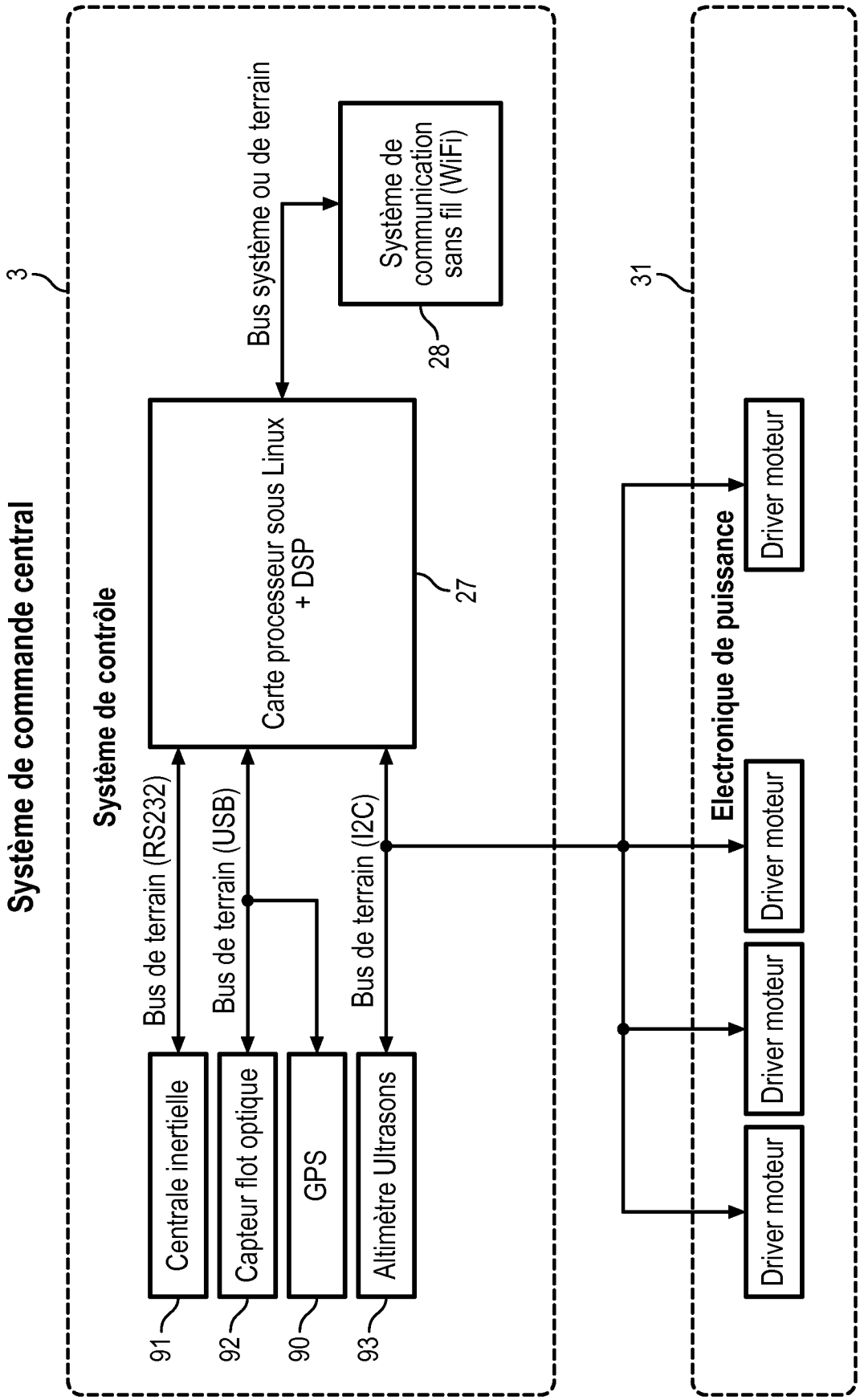

Communication directe entre le capteur, la valve et le système de contrôle
Système de contrôle
Carte processeur sous Linux
27
Cartouche de gaz
ou de mousse de colmatage
102
Bus de terrain (I2C)
Tube de gonflage
104
7
103
Electro-valve
Tube de gonflage
104
Enveloppe de structure
101
Capteur de pression

FIG. 15


Système de commande central
3
Système de contrôle
Carte processeur sous Linux + DSP
27
Bus système ou de terrain
Système de communication sans fil (WiFi)
28
Bus de terrain (RS232)
Bus de terrain (USB)
Bus de terrain (I2C)
Centrale inertielle
Capteur flot optique
GPS
Altimètre Ultrasons
91
92
90
93
31
Electronique de puissance
Driver moteur
Driver moteur
Driver moteur
Driver moteur

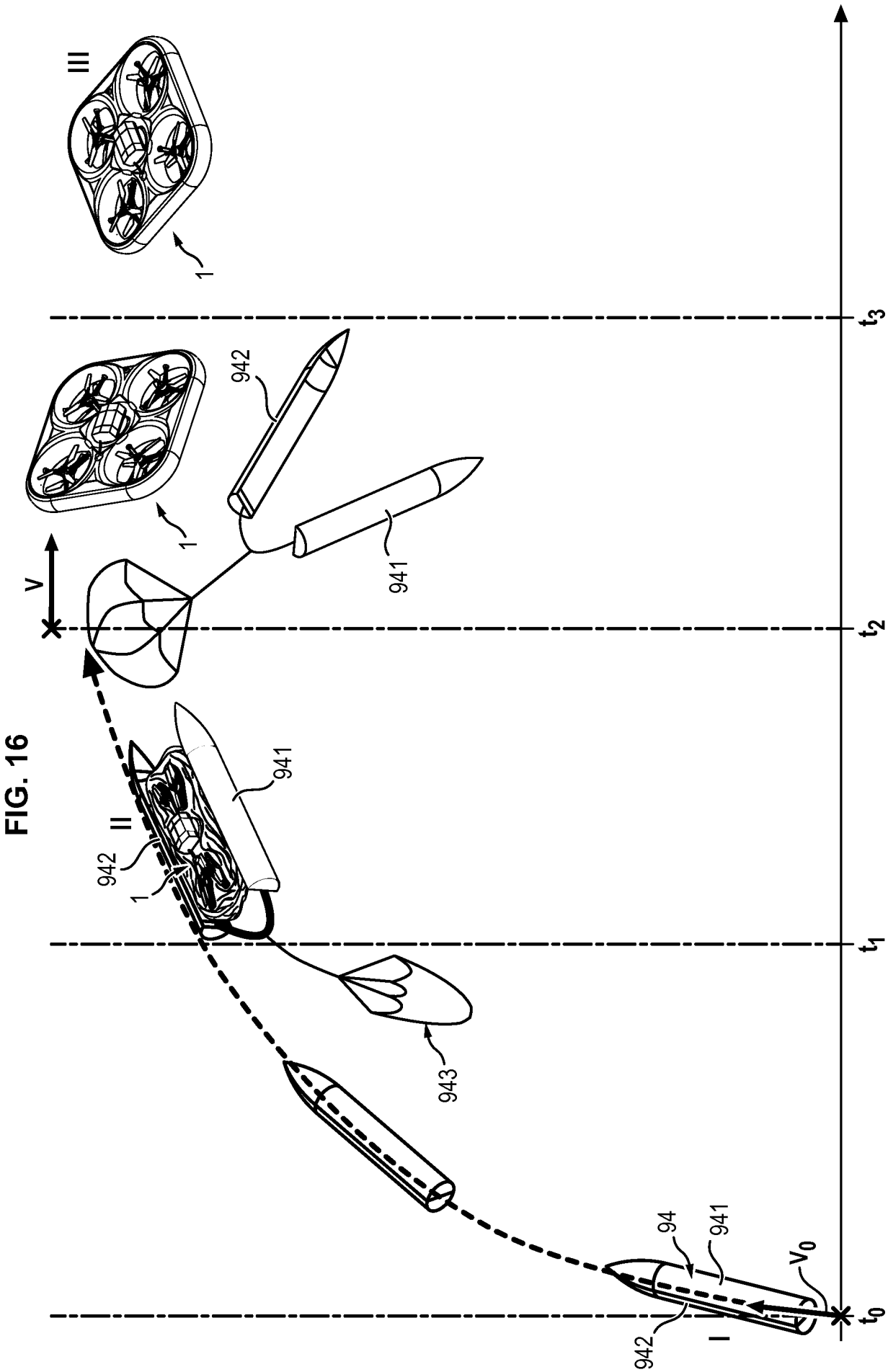


FIG. 16

FIG. 17

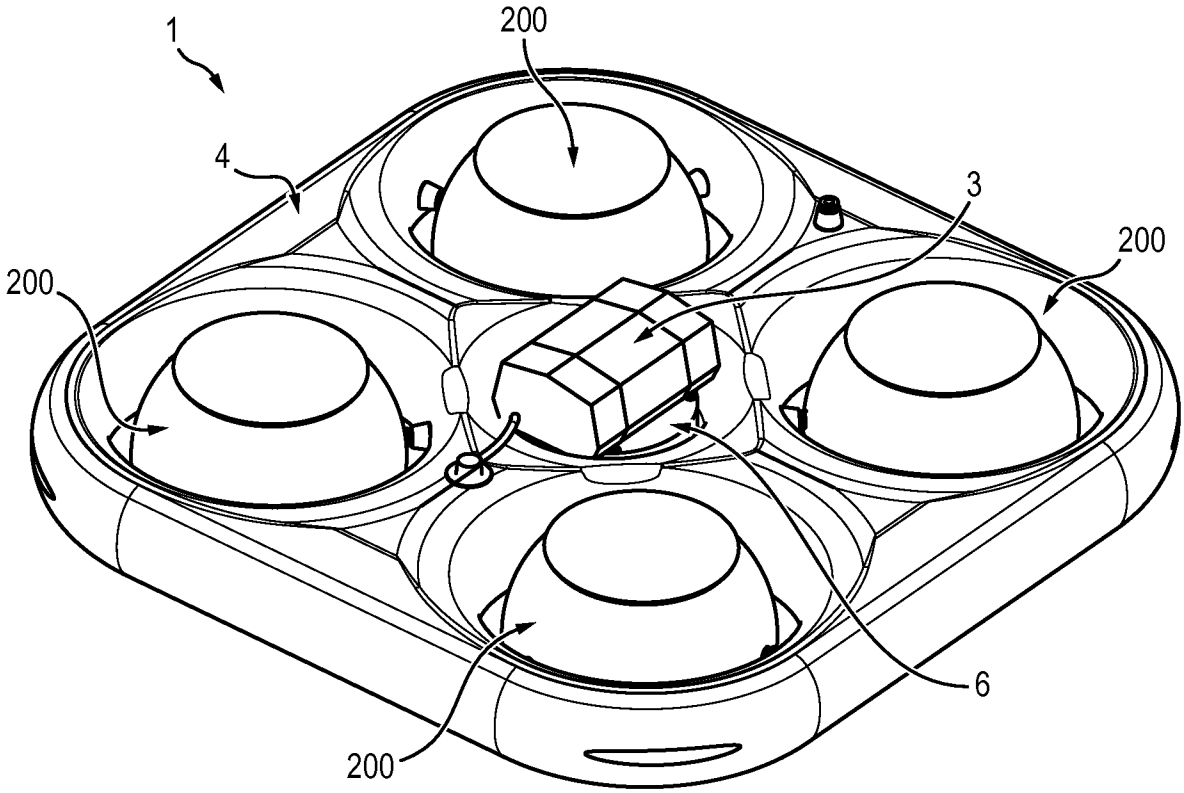

1
200
4
3
200
200
6
200

FIG. 18

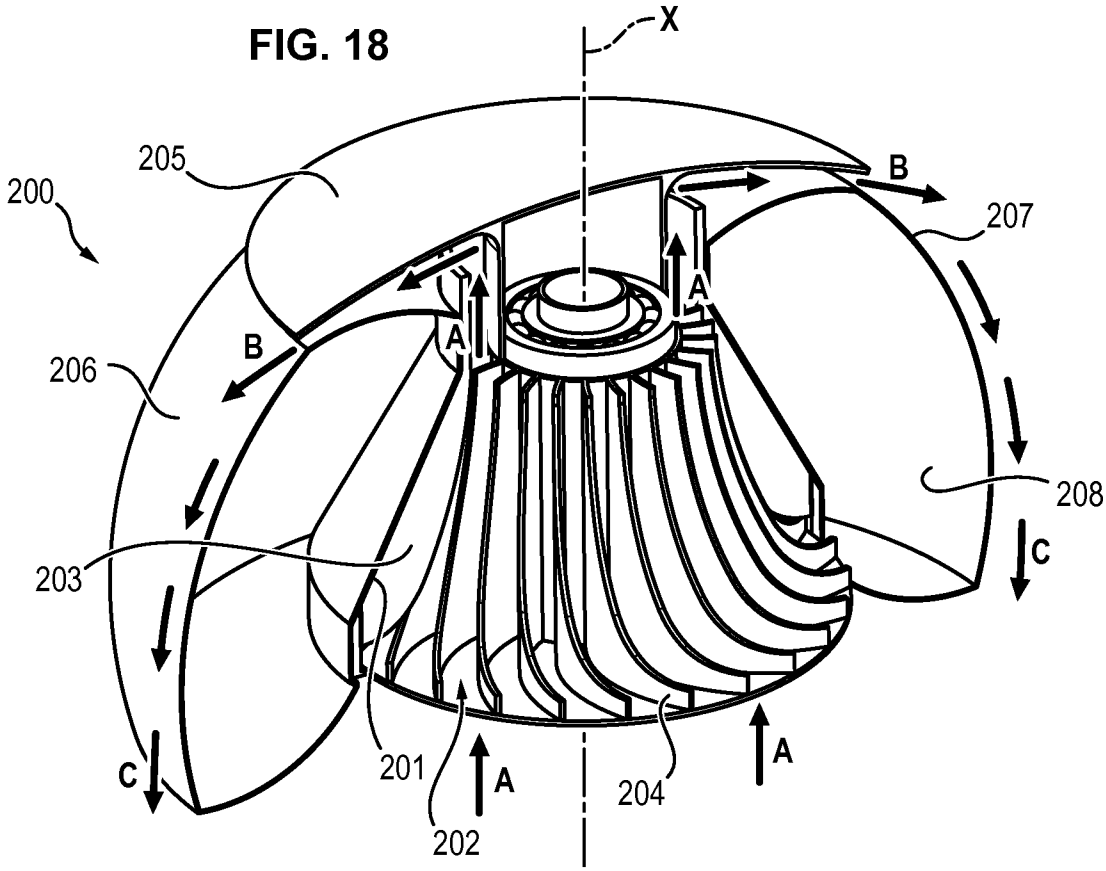

X
205
200
B
207
A
A
B
206
208
C
203
C
201
A
202
204
A

FIG. 19

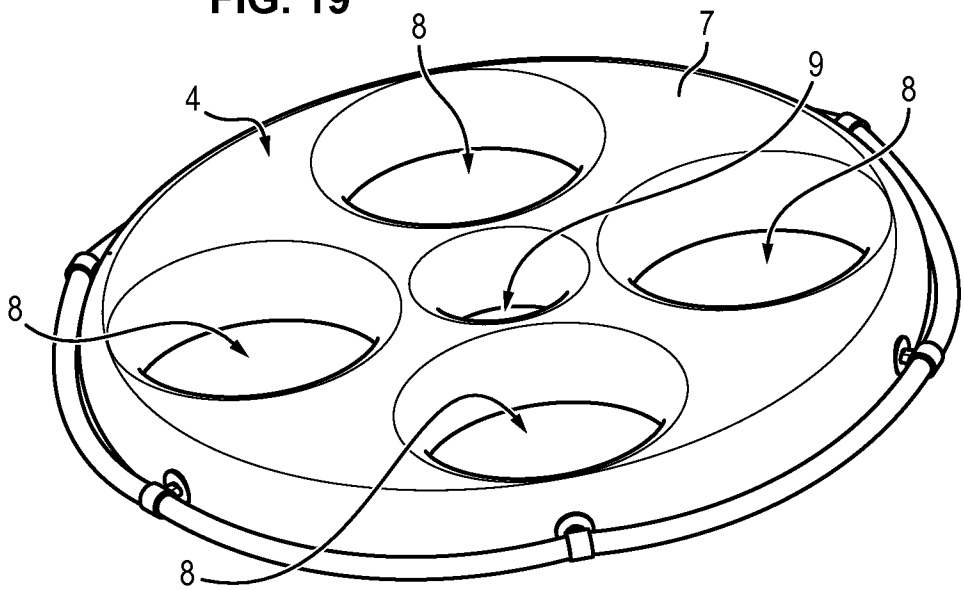


FIG. 20

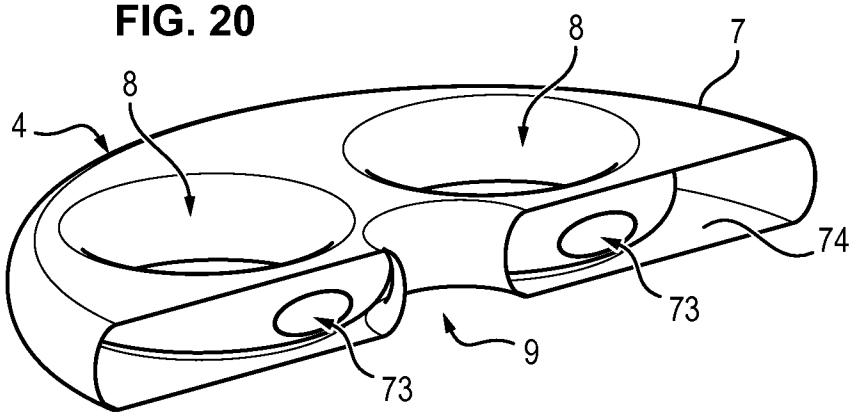


FIG. 21

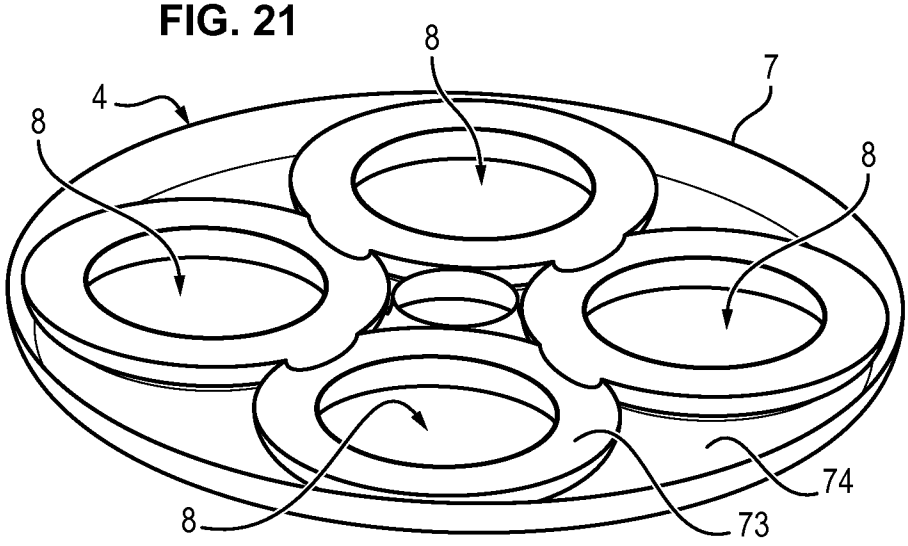


FIG. 22

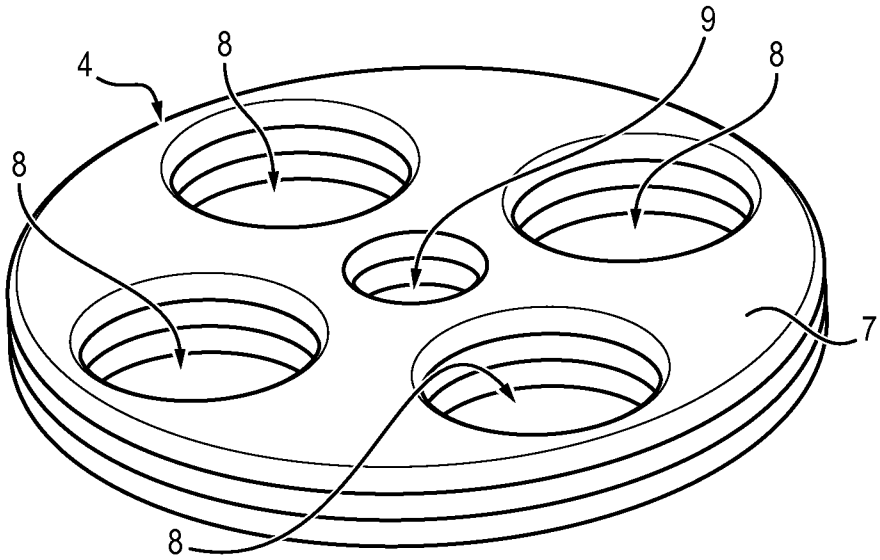


FIG. 23

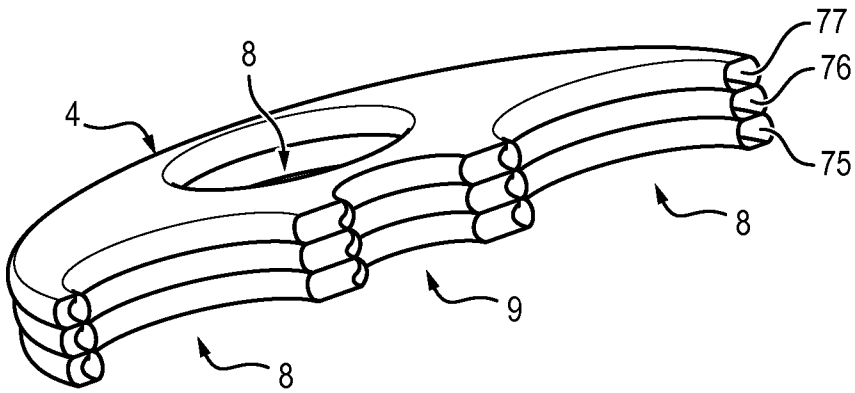


FIG. 24

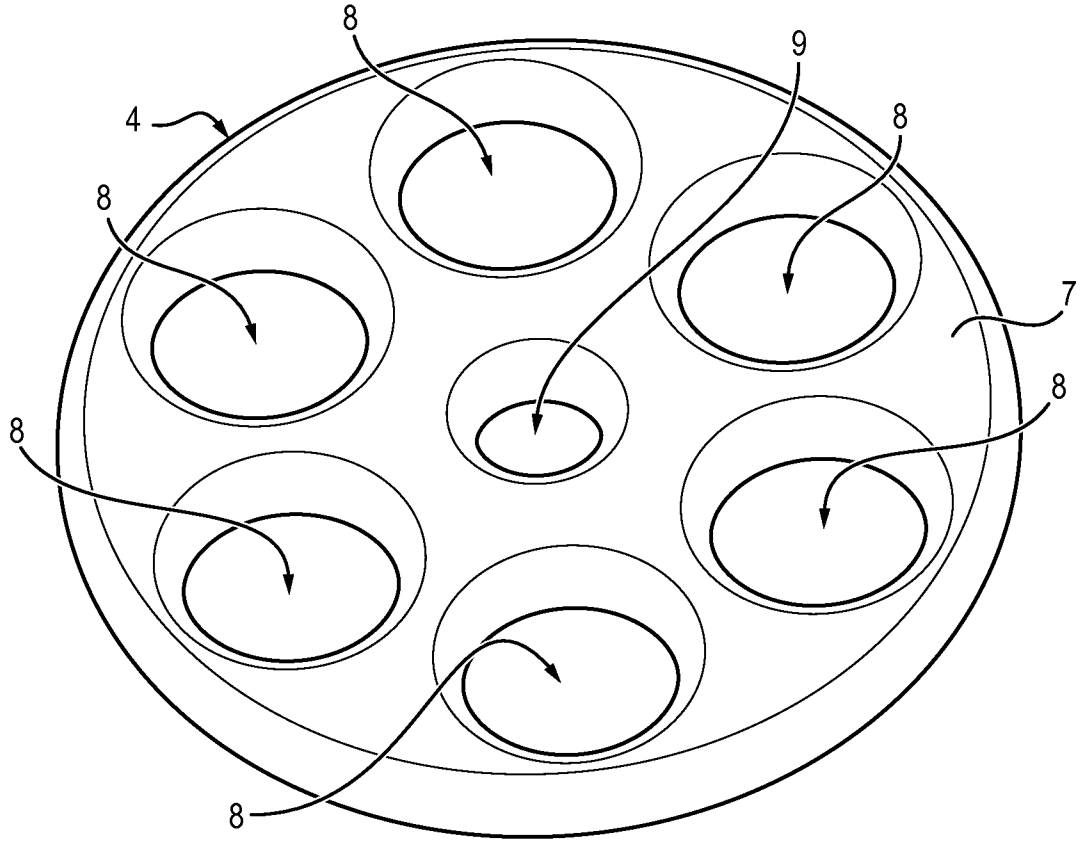


FIG. 25

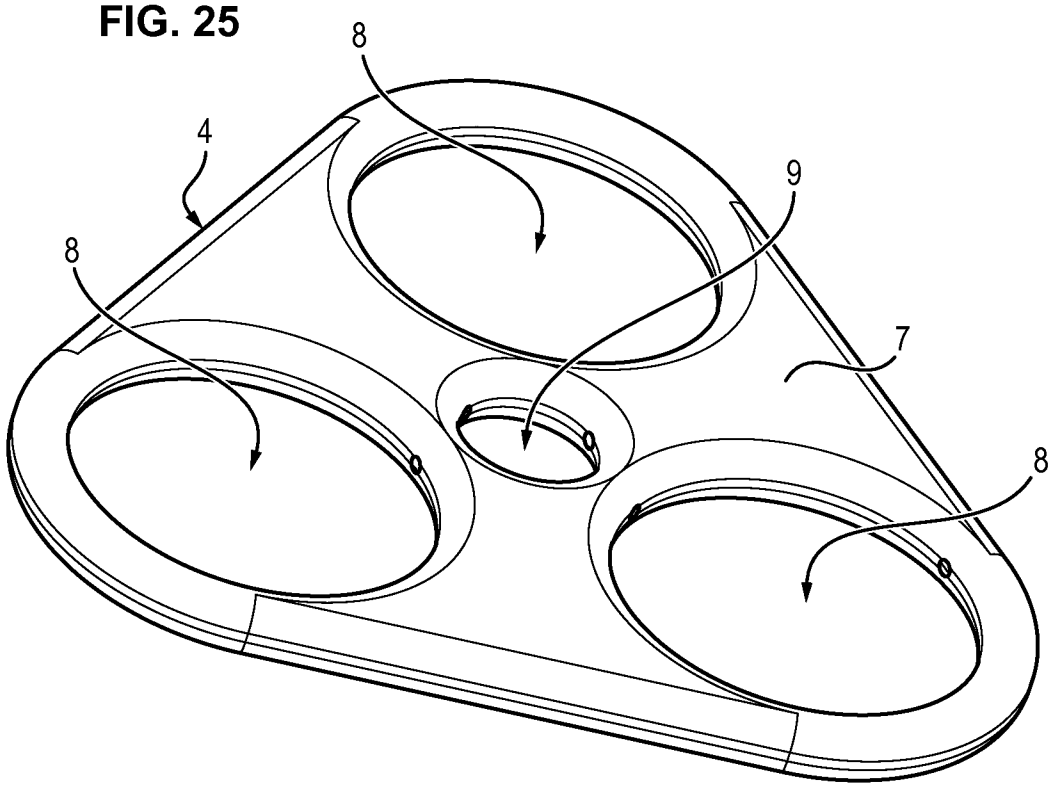


FIG. 26

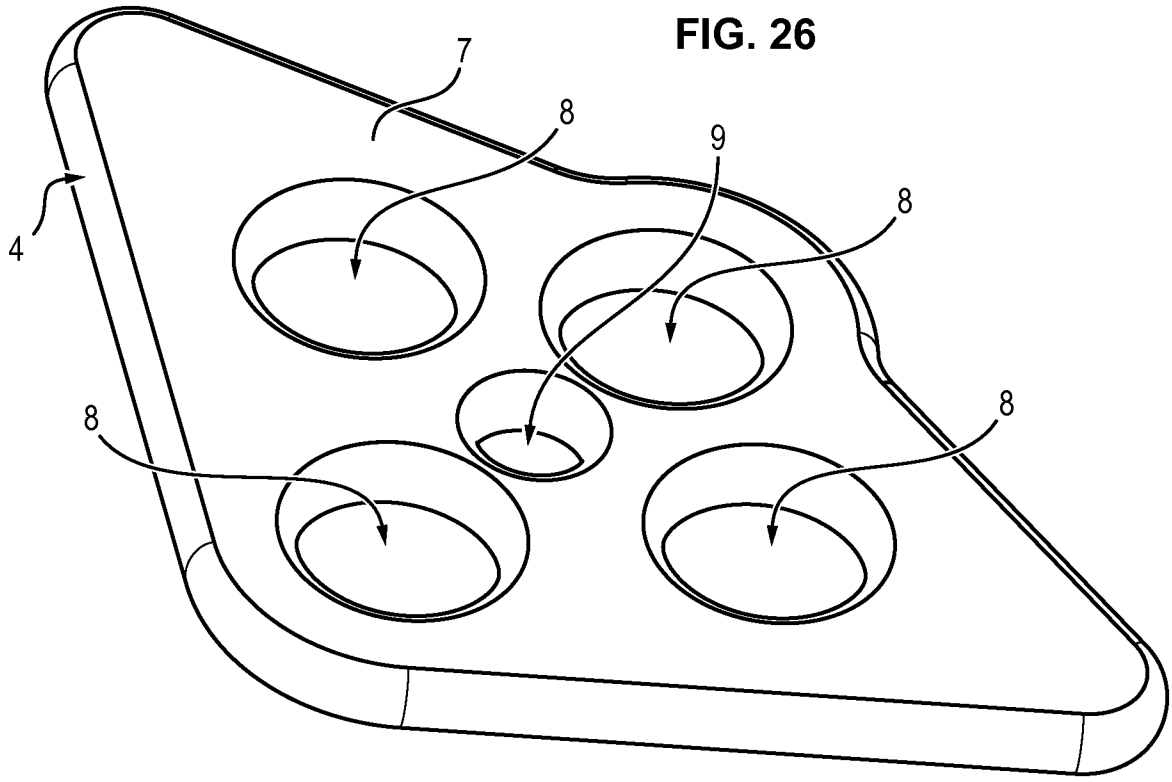
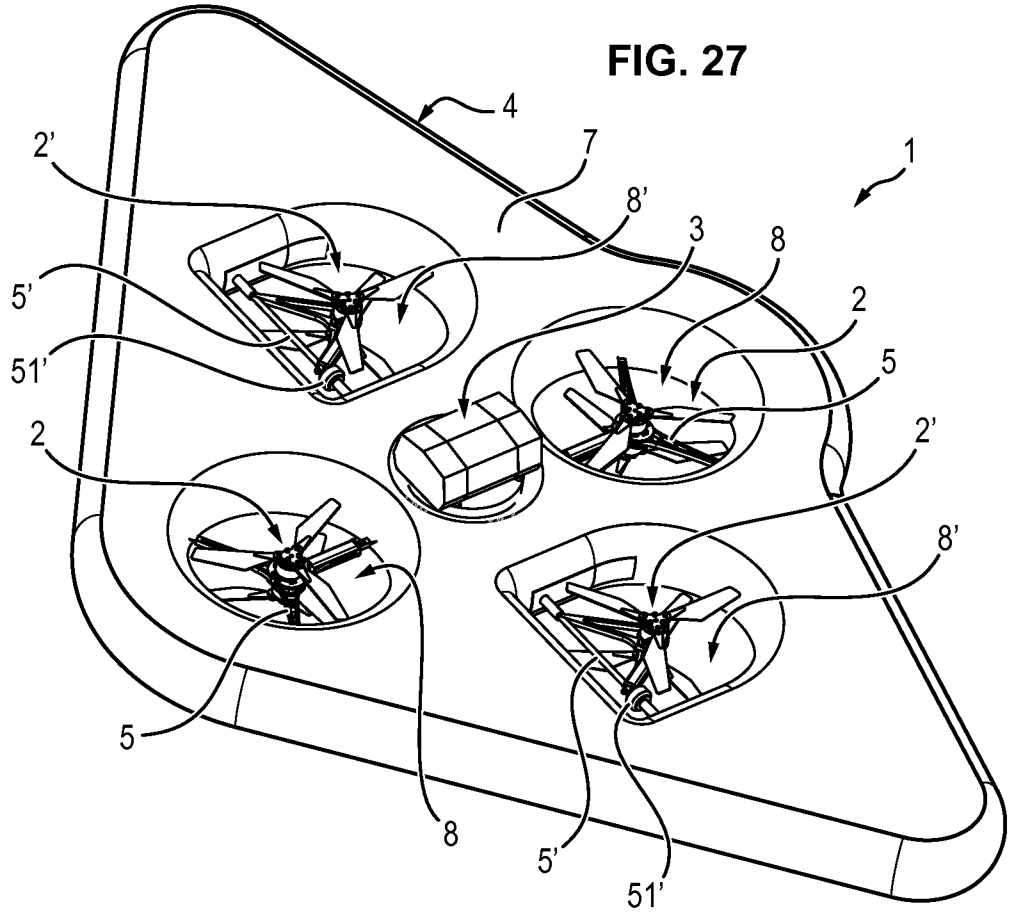


FIG. 27



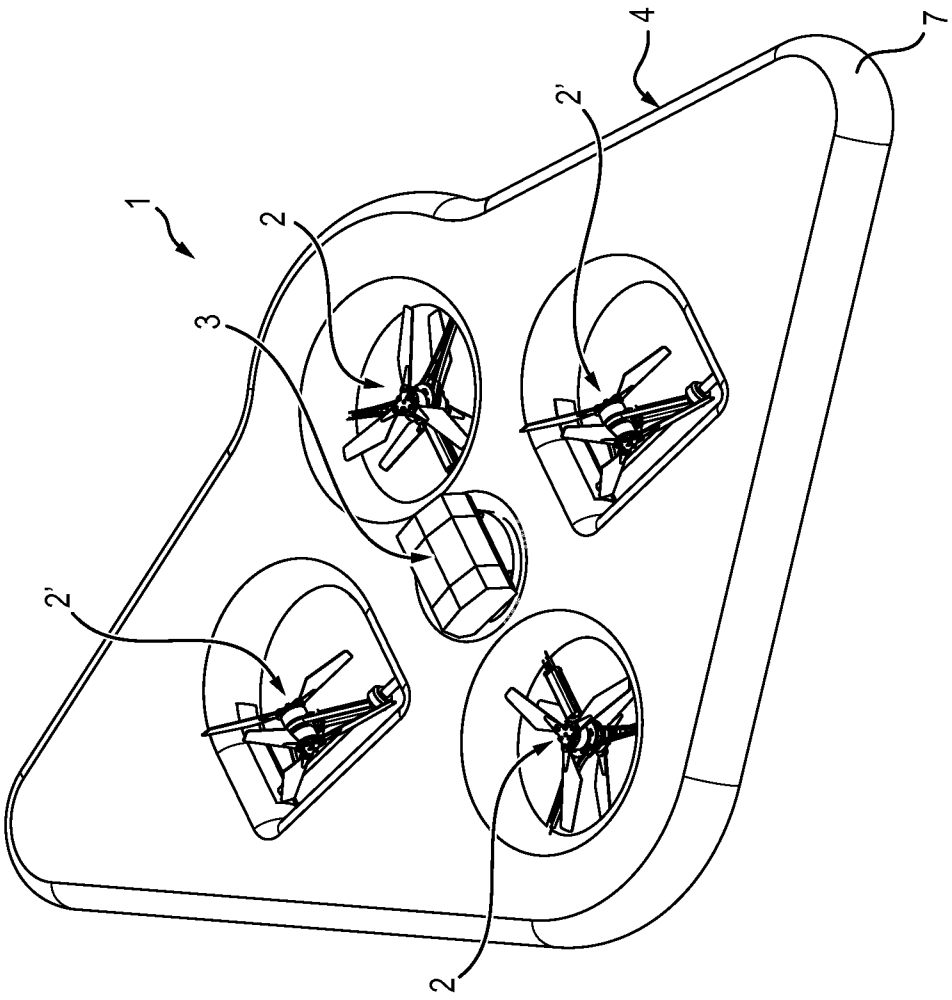


FIG. 28

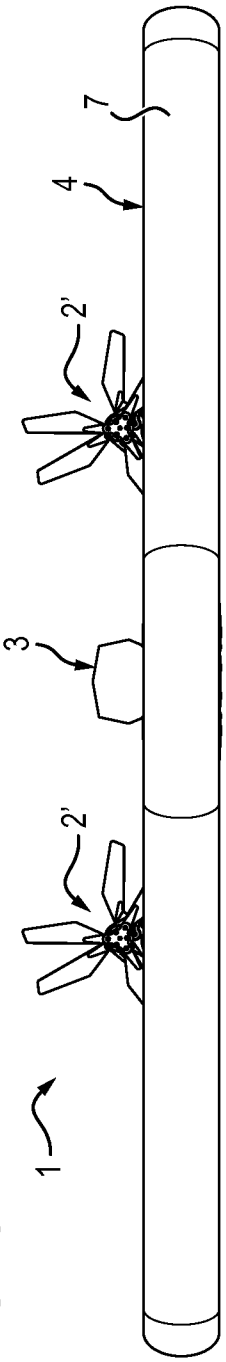


FIG. 29

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/052547

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B64C39/02
ADD.

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

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.
Y	WO 2015/000088 A1 (TAUSEL MARCO [CH]) 8 January 2015 (2015-01-08) page 5, last paragraph - page 6, paragraph 3 claim 2 figures 1-4	2-10, 12-14

X	US 5 071 383 A (KINOSHITA KOICHI [JP]) 10 December 1991 (1991-12-10)	15
Y	figures 1, 2 column 2, line 34 - line 55	2-10, 12-14

Y	US 6 142 421 A (PALMER MILES R [US]) 7 November 2000 (2000-11-07) figures 1, 2 page 3, line 46 - line 63	14

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
5 April 2016	13/04/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Estrela Calpe, Jordi

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/052547

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FR 2 909 972 A1 (NOVADEM SARL [FR]) 20 June 2008 (2008-06-20) figures 1, 2	4-6
Y	GB 2 455 374 A (MIDDLESEX UNIVERSITY HIGHER ED [GB]) 10 June 2009 (2009-06-10) abstract figure 1	9
Y	KR 2013 0054805 A (DAEGU GYEONGBUK INST SCIENCE [KR]) 27 May 2013 (2013-05-27) figures	12
Y	EP 0 201 309 A2 (HYSTAR AEROSPACE DEV CORP [CA]) 12 November 1986 (1986-11-12)	13
A	page 5, line 5 - page 6, line 19 page 7, line 12 - last line figures 1-3	1-12

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2016/052547

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2015000088 A1	08-01-2015	CH 708275 A2	15-01-2015
		WO 2015000088 A1	08-01-2015
US 5071383 A	10-12-1991	JP H074452 B2	25-01-1995
		JP H0422386 A	27-01-1992
		US 5071383 A	10-12-1991
US 6142421 A	07-11-2000	NONE	
FR 2909972 A1	20-06-2008	NONE	
GB 2455374 A	10-06-2009	GB 2455374 A	10-06-2009
		WO 2009153588 A1	23-12-2009
KR 20130054805 A	27-05-2013	NONE	
EP 0201309 A2	12-11-1986	AU 588312 B2	14-09-1989
		AU 5710586 A	13-11-1986
		EP 0201309 A2	12-11-1986

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2016/052547

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B64C39/02
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
B64C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WO 2015/000088 A1 (TAUSEL MARCO [CH]) 8 janvier 2015 (2015-01-08) page 5, dernier alinéa - page 6, alinéa 3 revendication 2 figures 1-4	2-10, 12-14

X	US 5 071 383 A (KINOSHITA KOICHI [JP]) 10 décembre 1991 (1991-12-10)	15
Y	figures 1, 2 colonne 2, ligne 34 - ligne 55	2-10, 12-14

Y	US 6 142 421 A (PALMER MILES R [US]) 7 novembre 2000 (2000-11-07) figures 1, 2 page 3, ligne 46 - ligne 63	14

	-/--	

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
5 avril 2016	13/04/2016

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Estrela Calpe, Jordi

1

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	FR 2 909 972 A1 (NOVADEM SARL [FR]) 20 juin 2008 (2008-06-20) figures 1, 2	4-6

Y	GB 2 455 374 A (MIDDLESEX UNIVERSITY HIGHER ED [GB]) 10 juin 2009 (2009-06-10) abrégé figure 1	9

Y	KR 2013 0054805 A (DAEGU GYEONGBUK INST SCIENCE [KR]) 27 mai 2013 (2013-05-27) figures	12

Y	EP 0 201 309 A2 (HYSTAR AEROSPACE DEV CORP [CA]) 12 novembre 1986 (1986-11-12)	13
A	page 5, ligne 5 - page 6, ligne 19 page 7, ligne 12 - dernière ligne figures 1-3	1-12

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2016/052547

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2015000088 A1	08-01-2015	CH 708275 A2	15-01-2015
		WO 2015000088 A1	08-01-2015
US 5071383 A	10-12-1991	JP H074452 B2	25-01-1995
		JP H0422386 A	27-01-1992
		US 5071383 A	10-12-1991
US 6142421 A	07-11-2000	AUCUN	
FR 2909972 A1	20-06-2008	AUCUN	
GB 2455374 A	10-06-2009	GB 2455374 A	10-06-2009
		WO 2009153588 A1	23-12-2009
KR 20130054805 A	27-05-2013	AUCUN	
EP 0201309 A2	12-11-1986	AU 588312 B2	14-09-1989
		AU 5710586 A	13-11-1986
		EP 0201309 A2	12-11-1986