



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0038198

(51)^{2020.01} B64C 29/00; B64C 9/16; B64C 27/52

(13) B

(21) 1-2020-02166

(22) 06/09/2018

(86) PCT/AU2018/050962 06/09/2018

(87) WO 2019/056052 A1 28/03/2019

(30) 2017903864 22/09/2017 AU; 2017904036 06/10/2017 AU; 2018901154 06/04/2018 AU

(45) 25/01/2024 430

(43) 27/07/2020 388

(73) AMSL INNOVATIONS PTY LTD (AU)

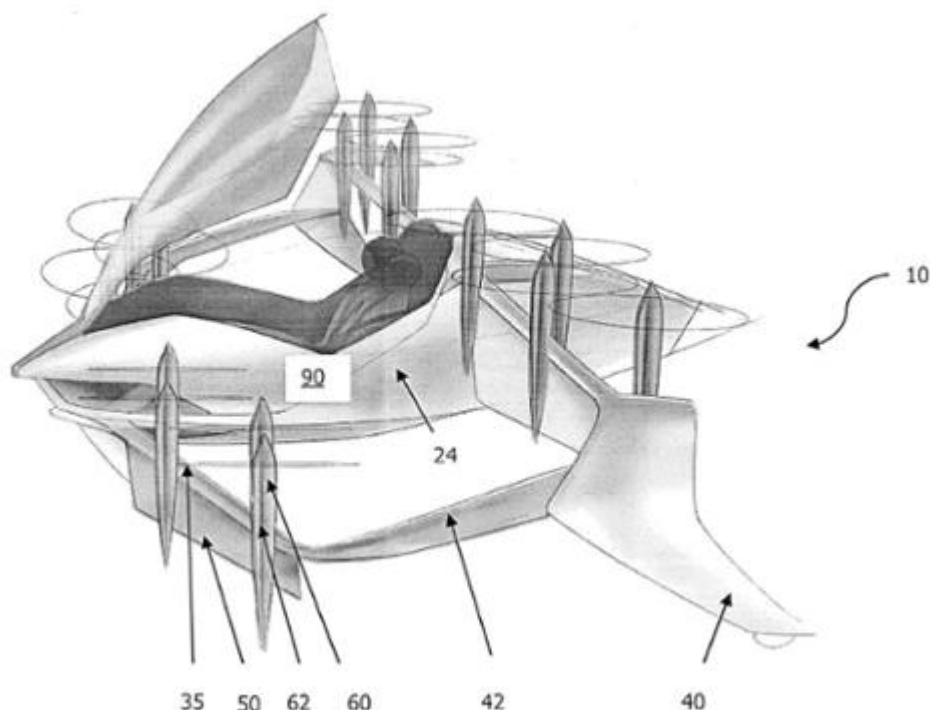
42 Stafford Street, Stanmore, New South Wales 2048 (AU)

(72) MOORE, Andrew Dudley (AU).

(74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ PADEMARK (PADEMARK CO.,LTD.)

(54) MÁY BAY CẤT CÁNH VÀ HẠ CÁNH THẲNG ĐỨNG (VTOL)

(57) Sáng chế đề cập đến máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) (10) bao gồm thân máy bay và các cánh trước thứ nhất và thứ hai (20, 22), mỗi cánh (20, 22) có một gờ trước cố định và một bề mặt điều khiển sau (50) mà được xoay quanh trục xoay gần như nằm ngang. Máy bay (10) bao gồm các động cơ điện thứ nhất và thứ hai (60), mỗi động cơ có các cánh quạt (70), các cánh quạt điện (70) được xoay quanh trục với bề mặt điều khiển sau (50) giữa vị trí thứ nhất trong đó mỗi cánh quạt (70) có trục quay gần như thẳng đứng và vị trí thứ hai trong đó mỗi cánh quạt (70) có trục quay gần như nằm ngang, hệ thống điều khiển (90) được tạo cấu hình để vận hành theo cách có lựa chọn động cơ điện thứ nhất (60) và động cơ điện thứ hai (60) ở các tốc độ quay khác nhau để tạo ra mômen quay để xoay bề mặt điều khiển (50) quanh trục xoay (33).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này liên quan đến hệ thống dẫn động nghiêng cánh cho máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL). Cụ thể hơn, sáng chế liên quan đến hệ thống và cơ cấu dẫn động nghiêng cánh cho máy bay VTOL điện có các ứng dụng chở hành khách và/hoặc quân sự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Máy bay VTOL có khả năng cất cánh và hạ cánh thẳng đứng, hoặc ở một số góc gần với phương thẳng đứng. Kiểu máy bay này bao gồm máy bay trực thăng và một số máy bay có cánh cố định, thường được sử dụng cho các ứng dụng quân sự. Có lợi là, máy bay VTOL cho phép cất cánh và hạ cánh trong các không gian hạn chế, mà không cần thiết đường băng lớn, và cho phép cất cánh và hạ cánh trong các không gian nhỏ, như sân thuyền và bãi đáp trên các tòa nhà và các công trình khác.

Máy bay trực thăng là một kiểu máy bay trong đó cả lực nâng và lực đẩy đều được cung cấp bởi các cánh quạt. Có một số nhược điểm liên quan đến máy bay trực thăng là có thể có vấn đề trong một số ứng dụng, như mức độ phát ra tiếng ồn cao chẳng hạn. Một nhược điểm như vậy gắn với máy bay trực thăng liên quan đến thiết kế cánh quạt mà là rất quan trọng cho việc bay. Nhìn chung, không có phần dự phòng trong thiết kế, có nghĩa là hoạt động của các cánh quạt (hoặc mỗi cánh quạt) là rất quan trọng. Việc không có phần dự phòng này cho thấy rằng các yếu tố an toàn cao phải được áp dụng cho tất cả các bộ phận của cánh quạt và hệ thống truyền động, điều này làm tăng đáng kể trọng lượng và chi phí sản xuất của máy bay trực thăng.

Máy bay điện ngày càng được quan tâm vì nhiều lý do thương mại và an toàn khác nhau. Trong những năm gần đây, đã có sự phát triển lớn đối với các công nghệ máy bay không người lái, thường sử dụng nhiều cánh quạt điện nằm cách quãng xung quanh một đường kính vòng lẩn. Các máy bay không người lái thường hoạt động với các cánh quạt điện, mỗi cánh quạt điện này quay quanh một trục gần như thẳng đứng.

Trong khi các máy bay không người lái đang trở nên khả thi về mặt thương mại để cung cấp các tải trọng nhỏ, chúng thường bị giới hạn ở các tốc độ bay tương đối thấp, dựa trên trục quay thẳng đứng của các cánh quạt. Hơn nữa, chúng có xu hướng có phạm vi di chuyển tương đối thấp cho mỗi lần sạc pin.

Máy bay có cánh nghiêng có sẵn trên thị trường và thường hoạt động theo nguyên tắc trục cánh quạt dạng chong chóng thẳng đứng để cất cánh và hạ cánh, và các cánh được tạo cấu hình để nghiêng giữa một cấu hình trong đó các cánh quạt dạng chong chóng có các trục thẳng đứng để cất cánh và hạ cánh, và một cấu hình trong đó các cánh quạt dạng chong chóng có các trục nằm ngang để bay về phía trước.

Việc bố trí cánh nghiêng được đề cập ở trên cung cấp lợi thế cho việc cất cánh và hạ cánh ở những khu vực có không gian trống có hạn, như tàu sân bay và bãi đáp. Ngoài ra, máy bay có cánh nghiêng có thể cung cấp tốc độ bay có thể so sánh được với các máy bay có cánh cố định được dẫn động bằng cánh quạt dạng chong chóng thông thường.

Máy bay có cánh nghiêng thường có các động cơ điện hoặc các động cơ tua bin khí dẫn động các cánh quạt dạng chong chóng hoặc các quạt gió được lắp trực tiếp vào cánh. Toàn bộ cánh quay giữa phương thẳng đứng và phương nằm ngang để làm nghiêng vector lực đẩy từ phương thẳng đứng sang phương nằm ngang và ngược lại.

Theo định nghĩa, “tuyến lực đẩy” cũng được gọi là vector lực đẩy là lực đẩy của cánh quạt dạng chong chóng và gần giống như lực đẩy của trục quay của cánh quạt dạng chong chóng. “Đường trục bản lề” là trục quay của bản lề.

Có một số nhược điểm cố hữu gắn với máy bay có cánh nghiêng hiện có. Một nhược điểm liên quan đến bộ truyền động và các ổ đỡ hoặc các cơ cấu như vậy khác cần thiết để điều khiển góc nghiêng của cánh giữa cấu hình cất cánh/hạ cánh và cấu hình bay về phía trước. Các bộ dẫn động cũng có thể dùng để khóa cánh ở độ nghiêng mong muốn trong khi bay về phía trước. Tuy nhiên, trên thực tế, các bộ dẫn động và các ổ đỡ làm tăng thêm trọng lượng đáng kể cho máy bay. Điều này dẫn đến việc làm giảm lượng tải trọng như người hoặc hàng hóa có thể được vận chuyển. Hơn nữa, do tính chất quyết định của hệ thống dẫn động nghiêng và các ổ đỡ, việc lắp ráp phải được thiết kế với mức độ phân dư dự phòng đủ để giảm nguy cơ hỏng hóc bất ngờ.

Máy bay phản lực VTOL điện hiện đang được Hãng hàng không Lilium thiết kế và thử nghiệm, dưới thương hiệu Lilium Jet™. Mẫu thử đó được dự định là một máy bay đi lại hạng nhẹ cho hai hành khách có hai cánh và khoảng 36 động cơ điện.

Một nhược điểm của máy bay loại Lilium Jet™ liên quan đến các động cơ điện là các động cơ dạng quạt được bọc. Cách bố trí này rất tốn năng lượng, dẫn đến giảm phạm vi bay có thể cho một cỡ pin nhất định.

Hơn nữa, các quạt được bọc chỉ có thể được vận hành để cất cánh và hạ cánh trên các bề mặt cứng, như các bãi đáp và các đường băng được chỉ định. Điều này làm hạn chế khả năng sử dụng của máy bay và ngăn không cho nó hoạt động trong quá trình cất cánh và hạ cánh trên các bề mặt không cứng, như công viên, cánh đồng và vườn. Đối với các ứng dụng

quân sự, điều này là không mong muốn, và không phục vụ cho việc hạ cánh không chuẩn bị trước ở các địa điểm ở xa.

Một máy bay VTOL thiết kế mẫu khác là S2 electric™ của Hãng hàng không Joby (Joby Aviation). Thiết kế này có các cánh cố định với nhiều động cơ điện, tốt hơn nếu là bốn động cơ, được lắp vào mỗi cánh. Bốn động cơ bổ sung được lắp vào bộ ổn định phía sau hoặc đuôi. Nhược điểm của máy bay thiết kế mẫu này là mỗi động cơ điện được dẫn động độc lập, đòi hỏi một bộ dẫn động riêng cho mỗi động cơ. Như đã được đề cập ở trên, điều này đòi hỏi trọng lượng bổ sung đáng kể cho hệ thống động cơ dẫn động.

Một máy bay VTOL thiết kế mẫu khác là hệ thống cánh quạt nghiêng ElectronFlight™. Hệ thống này có hai cánh cố định với các động cơ có trục thẳng đứng được lắp cố định cả ở hai phía trước và sau của mỗi cánh. Hơn nữa, phần ngoài của mỗi cánh có một panen xoay quanh trụ trên đó hai cánh quạt được lắp. Các cánh quạt này được dẫn động bằng lực đẩy vi sai, điều này không cần thiết đối với một hệ thống dẫn động chuyên dụng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế nhằm khắc phục về cơ bản hoặc ít nhất là cải thiện một hoặc một số nhược điểm nêu trên, hoặc nhằm cung cấp giải pháp thay thế hữu ích.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế này đề xuất máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) bao gồm:

thân máy bay;

các cánh trước thứ nhất và thứ hai được lắp vào các bên đối diện của thân máy bay, mỗi cánh này có một gờ trước cố định và một bề mặt điều khiển sau mà được xoay quanh trục xoay gần như nằm ngang;

các động cơ điện thứ nhất và thứ hai, mỗi động cơ có các cánh quạt, các động cơ này được lắp vào mỗi cánh, các động cơ điện và các cánh quạt được xoay quanh trục với bề mặt điều khiển sau giữa vị trí thứ nhất trong đó mỗi cánh quạt có trục quay gần như thẳng đứng và vị trí thứ hai trong đó mỗi cánh quạt có trục quay gần như nằm ngang,

hệ thống điều khiển để điều khiển từng động cơ điện;

trong đó hệ thống điều khiển này được tạo cấu hình để vận hành theo cách có lựa chọn động cơ điện thứ nhất và cánh quạt và động cơ điện thứ hai và cánh quạt ở các tốc độ quay khác nhau để tạo ra mômen quay để xoay bề mặt điều khiển quanh trục xoay.

Tuyến lực đẩy của động cơ điện thứ nhất và cánh quạt tốt hơn nếu lệch một góc so với tuyến lực đẩy của động cơ điện thứ hai và cánh quạt.

Động cơ điện thứ nhất và cánh quạt tốt hơn nếu được nằm bên trên bề mặt điều khiển, và động cơ điện thứ hai và cánh quạt được nằm bên dưới bề mặt điều khiển, sao cho tuyến lực đẩy của động cơ điện thứ nhất và cánh quạt gần như song song với và dịch một khoảng so với tuyến lực đẩy của động cơ điện thứ hai và cánh quạt.

Động cơ điện thứ nhất tốt hơn nếu được vận hành bởi hệ thống điều khiển ở tốc độ quay cao hơn động cơ điện thứ hai đáp ứng với lệnh để làm dịch chuyển bề mặt điều khiển giữa vị trí thứ nhất và vị trí thứ hai,

hơn nữa trong đó động cơ điện thứ nhất được vận hành bởi hệ thống điều khiển ở tốc độ quay thấp hơn động cơ điện thứ hai đáp ứng với lệnh để làm dịch chuyển bề mặt điều khiển giữa vị trí thứ hai và vị trí thứ nhất.

Theo một phương án, mỗi cánh có ít nhất hai động cơ điện, mỗi động cơ này có các cánh quạt, các động cơ điện và các cánh quạt được bố trí theo các cặp có các tuyến lực đẩy làm triệt tiêu mô men quay bất kỳ khi cặp các động cơ điện và các cánh quạt quay với tốc độ quay gần như bằng nhau.

Theo một phương án, mỗi cánh có hai cánh quạt, với các bộ dẫn động nhỏ hơn để cung cấp phần dự phòng.

Trong chế độ bay lơ lửng, hệ thống điều khiển tốt hơn nếu được tạo cấu hình để quay mỗi động cơ và cánh quạt ở tốc độ phù hợp để tạo ra lực đẩy kết hợp của tất cả các động cơ điện và các cánh quạt bằng tổng khối lượng máy bay và tải trọng nhân với gia tốc trọng trường.

Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) tốt hơn nếu bao gồm phanh, bộ dẫn động nhỏ hoặc thiết bị kẹp để giữ bề mặt điều khiển ở các vị trí thứ nhất và thứ hai mong muốn.

Phanh, bộ dẫn động nhỏ hoặc thiết bị kẹp tốt hơn nếu được vận hành bởi hệ thống điều khiển.

Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) tốt hơn nếu còn bao gồm các cánh sau thứ nhất và thứ hai được lắp vào các bên đối diện của thân máy bay, trong đó phần ngoài của mỗi cánh trước, xa nhất từ thân máy bay, được nối với phần ngoài của cánh sau liền kề bằng chi tiết kết nối, tạo ra kết cấu cánh hình hộp.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế này đề xuất máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) bao gồm:

thân máy bay;

các cánh trước thứ nhất và thứ hai được lắp vào các bên đối diện của thân máy bay, mỗi cánh này có một gờ trước cố định và một bề mặt điều khiển sau mà được xoay quanh trục xoay gần như nằm ngang;

động cơ điện thứ nhất có cánh quạt dạng chong chóng có góc chúc biến thiên thứ nhất, động cơ điện thứ hai có cánh quạt dạng chong chóng có góc chúc biến thiên thứ hai, các động cơ điện thứ nhất và thứ hai được lắp vào mỗi cánh, các cánh quạt dạng chong chóng có góc chúc biến thiên thứ nhất và thứ hai được xoay quanh trục với bề mặt điều khiển sau giữa vị trí thứ nhất trong trong đó mỗi cánh quạt dạng chong chóng có trục quay gần như thẳng đứng và vị trí thứ hai trong đó mỗi cánh quạt dạng chong chóng có trục quay gần như nằm ngang,

hệ thống điều khiển để điều khiển tốc độ quay và/hoặc góc chúc lá của mỗi cánh quạt dạng chong chóng có góc chúc biến thiên;

trong đó hệ thống điều khiển này được tạo cấu hình để thay đổi góc chúc của cánh quạt dạng chong chóng thứ nhất so với cánh quạt dạng chong chóng thứ hai để tạo ra mômen quay để xoay bề mặt điều khiển quanh trục xoay.

Các động cơ điện tốt hơn nếu là các động cơ DC không chổi than mà thay đổi tốc độ đáp ứng với sự thay đổi tần số chuyển đổi từ các bộ điều khiển tốc độ điện tử của hệ thống điều khiển.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Phương án được ưu tiên của sáng chế sẽ được mô tả làm ví dụ cụ thể có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) theo sáng chế trong cấu hình cất cánh và hạ cánh;

Fig.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện máy bay VTOL trên Fig.1 trong cấu hình thứ hai, bay về phía trước;

Fig.3 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cách bố trí lắp đặt để lắp động cơ điện vào cánh của máy bay trên Fig.1 và Fig.2 ở vị trí cánh quạt thẳng đứng (cất cánh và hạ cánh);

Fig.4 là hình vẽ dạng sơ đồ khác thể hiện cách bố trí trên Fig.3 với cánh quạt ở vị trí nghiêng một phần;

Fig.5 là hình vẽ dạng sơ đồ khác thể hiện cách bố trí trên Fig.3 với cánh quạt ở vị trí nghiêng hơn;

Fig.6 là hình vẽ dạng sơ đồ khác thể hiện cách bố trí trên Fig.3 với cánh quạt ở vị trí nằm ngang (bay về phía trước);

Fig.7 là hình vẽ phối cảnh thể hiện máy bay VTOL theo một phương án khác;

Fig.8 là hình chiếu cạnh thể hiện cách bố trí cánh trên Fig.7;

Fig.9 là hình chiếu bằng thể hiện cách bố trí cánh trên Fig.7;

Fig.10 là hình vẽ phối cảnh thể hiện cách bố trí cánh trên Fig.7, với các lá cánh quạt được xếp gọn;

Fig.11A là hình chiếu cạnh dạng sơ đồ thể hiện cách bố trí lắp đặt để lắp động cơ điện vào cánh của máy bay trên hình vẽ bất kỳ trong số các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.10 với cánh quạt ở vị trí nằm ngang (bay về phía trước);

Fig.11B là hình vẽ phối cảnh thể hiện cách bố trí lắp đặt trên Fig.11A;

Fig.11C là hình chiếu cạnh dạng sơ đồ hiển thị cách bố trí lắp đặt để lắp động cơ điện vào cánh của máy bay trên hình vẽ bất kỳ trong số các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.10 với cánh quạt ở vị trí cánh quạt thẳng đứng (cất cánh và hạ cánh);

Fig.11D là hình vẽ phối cảnh thể hiện cách bố trí lắp đặt trên Fig.11C;

Các hình vẽ từ Fig.12A đến Fig.12D là các hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ thể hiện quá trình chuyển tiếp giữa phương thẳng đứng và phương nằm ngang để bố trí cánh của máy bay trên hình vẽ bất kỳ trong số các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.11;

Fig.13 là hình chiếu dạng sơ đồ thể hiện cách bố trí lắp đặt động cơ điện theo một trong hai phương án thứ nhất và thứ hai;

Fig.14 là hình vẽ phối cảnh của một máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) có tám cánh quạt theo sáng chế trong cấu hình cất cánh và hạ cánh; và

Fig.15 là hình vẽ phối cảnh của máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) có tám cánh quạt theo sáng chế trong cấu hình bay về phía trước.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện ưu tiên của sáng chế

Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) 10 được mô tả. Theo phương án được ưu tiên, như được thể hiện trên các hình vẽ, có hai cặp cánh. Cụ thể là, các cánh trước 20, 22 và các cánh sau 30, 32. Mỗi trong số các cánh trước 20, 22 được gắn vào một vùng đối diện theo chiều ngang của thân máy bay 24. Tương tự, mỗi trong số các cánh sau 30, 32 được gắn vào một vùng đối diện theo chiều ngang của thân máy bay 24. Theo phương án được thể hiện trên các hình vẽ, máy bay 10 được thể hiện là máy bay một chỗ ngồi 10. Tuy nhiên, các phương án chở nhiều người hơn được dự kiến.

Theo phương án được thể hiện trên các hình vẽ, các phần ngoài của các cánh trước 20, 22 và các cánh sau 30, 32 được nối, sao cho hai cặp cánh 20, 22, 30, 32 tạo thành kết cấu cánh hình hộp hoặc cánh đóng kín.

Theo một phương án khác (không được hiển thị trên hình vẽ), các cánh trước 20, 22 và các cánh sau 30, 32 có thể là các cánh dạng giăng

chống, nối với các thanh giằng hoặc các thanh chống. Cánh dạng giằng chống thường nhẹ hơn cánh dạng dầm chìa thông thường.

Trong khi máy bay VTOL 10 được mô tả ở đây là máy bay có cánh hình hộp hoặc cánh dạng giằng chống 10, thì sẽ được thấy rõ bởi những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này rằng máy bay 10 có thể là máy bay có cánh dạng dầm chìa thông thường trong đó các cánh trước 20, 22 và các cánh sau 30, 32 là riêng biệt và không liên kết với nhau. Hơn nữa, máy bay 10 có thể chỉ có một cặp cánh duy nhất.

Theo các hình vẽ, các cánh trước 20, 22 và các cánh sau 30, 32 được cách nhau theo phương thẳng đứng.

Như được thể hiện trên Fig.2, phần đầu mút 40 của các cánh sau 30, 32 kéo dài xuống dưới và về phía sau. Phần đầu mút cánh hay cánh lượn 40 này hỗ trợ để giảm các xoáy ở đầu cánh.

Vẫn theo Fig.2, cạnh trong của mỗi cánh lượn 40 được nối với chi tiết kết nối 42 mà ghép nối cánh trước liền kề 20 và cánh sau 30. Chi tiết kết nối 42 khác ghép nối cánh trước 22 và cánh sau 32 ở phía đối diện của thân máy bay.

Mỗi trong số các cánh trước 20, 22 và các cánh sau 30, 32 có một gờ trước cố định 25, 35. Gờ trước 25, 35 có hình dạng cong, có dạng một phần của cánh máy bay. Các gờ trước không xoay hoặc di chuyển theo cách khác.

Ở phía sau của mỗi gờ trước cố định 25, 35, các cánh trước 20, 22 và/hoặc các cánh sau 30, 32 có một cánh tà hoặc một bề mặt điều khiển được lắp xoay quanh trụ 50. Mỗi bề mặt điều khiển 50 được xoay quanh trụ giữa một cấu hình gần như thẳng đứng để cất cánh và hạ cánh (như được thể hiện trên Fig.11C, Fig.11D) và cấu hình gần như nằm ngang để bay về phía trước (như được thể hiện trên Fig.11A, Fig.11B).

Bề mặt điều khiển 50 có thể là một bề mặt duy nhất kéo dài liên tục dọc theo toàn bộ chiều dài của cánh 20, 22, 30, 32. Theo cách khác, mỗi cánh 20, 22, 30, 32 có thể có một hoặc một số bề mặt điều khiển xoay quanh trụ 50 độc lập, sao cho các bề mặt điều khiển 50 có khả năng xoay quanh gờ trước 25, 35, độc lập với các bề mặt điều khiển 50 khác.

Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) 10 bao gồm nhiều động cơ điện 60. Mỗi động cơ 60 có một cánh quạt dạng chong chóng hoặc cánh quạt 70. Như được thể hiện trên các hình vẽ, phần thân 62 của mỗi động cơ 60 được lắp liền kề với bề mặt trên hoặc bề mặt dưới của bề mặt điều khiển dịch chuyển được 50, thường ở phía trước gờ trước cố định 25, 35. Bề mặt điều khiển 50 có thể quay trong phạm vi khoảng từ 80 đến 100 độ, và tốt hơn nữa là khoảng 90 độ cho cả chế độ bay nằm ngang (Fig.2) và chế độ bay thẳng đứng (Fig.1).

Các động cơ 60 có thể được lắp phù hợp về phía trước gờ trước cố định 25, 35 để các lá cánh quạt có thể gấp về phía sau và vẫn giữ thông thoáng kết cấu cánh.

Có hai cách bố trí lắp đặt có thể cho các động cơ 60 và bề mặt điều khiển 50:

a) Mỗi động cơ 60 có thể được nối xoay quanh trụ với một trong các gờ trước cố định 25, 35, và bề mặt điều khiển 50 được bắt chặt với phần thân 62 của động cơ 60 (ví dụ Fig.11C); hoặc

b) Bề mặt điều khiển 50 có thể được nối xoay quanh trụ với một trong các gờ trước cố định 25, 35, và bề mặt điều khiển này được bắt chặt với phần thân 62 của động cơ 60.

Mỗi trong số động cơ điện 60 được xoay quanh trụ quanh gờ trước 25, 35 với các bề mặt điều khiển 50 giữa vị trí thứ nhất trong đó cánh quạt của mỗi động cơ 60 có trục quay gần như thẳng đứng và vị trí thứ hai trong đó mỗi cánh quạt của mỗi động cơ 60 có trục quay gần như nằm ngang.

Theo phương án được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.6, ít nhất một trong số các cánh 20, 22, 30, 32 có động cơ thứ nhất và động cơ thứ hai 60 được dịch một khoảng so với nhau xung quanh mặt phẳng đi qua bề mặt điều khiển 50. Theo phương án được thể hiện trên các hình vẽ này, điều này đạt được bằng cách định vị các động cơ 60 ở các phía trên và dưới đối diện của cánh 20, 22, 30, 32. Theo phương án được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.6, mỗi cánh có bốn động cơ điện 60. Cụ thể là, hai động cơ điện 60 được lắp bên trên cánh 20, 22, 30, 32 và hai động cơ điện được lắp bên dưới cánh 20, 22, 30, 32, theo một cấu hình xen kẽ. Tuy nhiên, theo phương án được thể hiện trên Fig.14 và Fig.15, mỗi cánh có hai động cơ điện 60.

Mỗi trong số các động cơ điện 60 và các cột treo lắp đặt của chúng được lắp vào bề mặt điều khiển xoay quanh trụ 50. Tất cả các động cơ quay quanh một điểm khớp 33. Bốn động cơ 60 được lắp với các tuyến lực đẩy khác nhau. Cụ thể là, hai trong số các động cơ 60 có tuyến lực đẩy có xu hướng quay bề mặt điều khiển 50 theo phương nằm ngang và hai động cơ khác có tuyến lực đẩy có xu hướng quay cánh 20, 22, 30, 32 theo phương thẳng đứng. Khi cả bốn động cơ 60 hoạt động cùng lúc, các mô men bị triệt tiêu và độ ổn định đạt được ở chế độ bay thẳng đứng.

Trình tự điều chỉnh cánh, được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.3 đến Fig.6, cho thấy sự thay đổi độ nghiêng của các động cơ 60 và các bề mặt điều khiển 50 khi chuyển tiếp giữa vị trí cánh cất cánh và vị trí cánh bay về phía trước. Như được thể hiện trên các hình vẽ này, các gờ trước 25, 35 là đứng yên và không xoay. Ngược lại, các động cơ 60 và bề mặt điều khiển 50 xoay quanh trụ cùng lúc.

Theo Fig.6, khi cánh đạt đến vị trí cuối cùng, nằm ngang, để bay về phía trước, sự gài khớp giữa các gờ trước 25, 35 và các bề mặt điều khiển 50 ngăn cánh 20, 22, 30, 32 không bị xoay thêm nữa. Điều này xảy ra là do

cánh 20, 22, 30, 32 và bề mặt điều khiển 50 có các bề mặt gài khớp bổ sung.

Phương án thứ hai của sáng chế được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.10. Theo phương án này, bốn động cơ 60 được lắp bên dưới các cánh 20, 22, 30, 32. Cụ thể là, mỗi động cơ 60 được nối bản lề vào vị trí bên dưới cánh 20, 22, 30, 32, mà có thể được sử dụng để tạo ra khe gờ trước 72, giúp tăng thêm hệ số nâng và giảm sự rung lắc ở các góc nghiêng cao, khi hạ thấp xuống.

Khe gờ trước 72 là khe hở giữa các gờ trước 25, 35 và bề mặt điều khiển nghiêng 50. Khe 72 có thể nhìn thấy được trên Fig.3, Fig.4 và Fig.5 và ở vị trí đóng trên Fig.6. Khe này có thể cũng nhìn thấy được trên Fig.11A.

Theo Fig.8, theo cách bố trí này, các trục quay của các động cơ là không song song. Cụ thể là, mỗi động cơ 60 có trục quay XX nghiêng xuống so với bề mặt điều khiển 50 và mỗi động cơ 60 có trục quay YY nghiêng lên so với bề mặt điều khiển 50. Theo cách này, hai trong số các động cơ 60 có tuyến lực đẩy có xu hướng quay bề mặt điều khiển 50 theo chiều kim đồng hồ và hai động cơ khác có tuyến lực đẩy có xu hướng quay bề mặt điều khiển 50 ngược chiều kim đồng hồ. Khi cả bốn động cơ 60 hoạt động cùng lúc, các mô men bị triệt tiêu và độ ổn định đạt được ở chế độ bay thẳng đứng.

Máy bay 10 cung cấp nguồn điện được điều chỉnh riêng cho từng động cơ 60. Điều này cho phép cung cấp điện áp khác nhau cho mỗi động cơ, và do đó, đầu ra công suất biến thiên có thể được tạo ra theo cách có lựa chọn bởi mỗi động cơ 60 để đạt được các điều kiện bay mong muốn như rẽ trái và rẽ phải.

Hơn nữa, nguồn điện độc lập của động cơ 60 cho phép các động cơ 60 được sử dụng để làm nghiêng bề mặt điều khiển 50 nằm trên các cánh sau của cánh 20, 22, 30, 32.

Các hình vẽ từ Fig.11A đến Fig.11D là các hình chiếu dạng sơ đồ của động cơ 60 được lắp vào mặt dưới của một trong số các cánh 20, 22, 30, 32. Tấm bản lề 28 được nối với gờ trước cổ định 25, 35 và kéo dài xuống dưới. Động cơ 60 được nối xoay quanh trụ với tấm bản lề 28 tại điểm khớp 33. Cánh quạt dạng chong chóng 70 và kết cấu cột treo được cố định với bề mặt điều khiển 50, mà quay quanh điểm khớp 33.

Theo phương án này, có các động cơ được lắp bên dưới cánh 60, trình tự điều chỉnh cánh được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.11A đến Fig.11D cho thấy sự thay đổi độ nghiêng của các động cơ 60 và các bề mặt điều khiển 50 khi chuyển tiếp giữa vị trí cánh cất cánh thẳng đứng và vị trí cánh bay về phía trước nằm ngang. Theo cách tương tự như theo phương án thứ nhất, các gờ trước 25, 35 là đứng yên và không xoay, và các động cơ 60 và các bề mặt điều khiển 50 xoay quanh trụ cùng lúc.

Các hình vẽ từ Fig.12A đến Fig.12D là các hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ thể hiện sự chuyển tiếp giữa phương thẳng đứng và phương nằm ngang đối với cách bố trí cánh trên hình vẽ bất kỳ trong số các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.11D. Các hình vẽ từ Fig.12A đến Fig.12D cũng thể hiện rằng các tuyến lực đẩy của các động cơ liền kề trên mỗi cánh là không song song, dẫn đến tạo ra mô men quanh điểm khớp 33, có thể được sử dụng theo cách có lựa chọn để quay các bề mặt điều khiển 50.

Theo các phương án được ưu tiên được thể hiện trên các hình vẽ, có hai hoặc bốn động cơ 60 được lắp vào mỗi cánh 20, 22, 30, 32. Tuy nhiên, các động cơ bổ sung 60 có thể được lắp vào máy bay 10, ví dụ, trên các cánh 20, 22, 30, 32, trên mũi của thân máy bay 24 hoặc trên các chi tiết kết nối cánh 42.

Theo một phương án, cơ cấu bản lề có thể được tích hợp vào kết cấu vỏ động cơ làm giảm thêm trọng lượng kết cấu. Một cải tiến có thể nữa là khi có nhiều vỏ động cơ, mỗi vỏ chứa một ổ đỡ bản lề.

Theo Fig.10, các lá của cánh quạt 70 của các động cơ 60 có thể gập xuống khi không sử dụng. Hơn nữa, một số lá của cánh quạt 70 có thể gập xuống và về phía sau khi ở chế độ bay về phía trước, vì thường cần ít lực đẩy hơn trong chế độ bay về phía trước so với cất cánh và hạ cánh.

Máy bay có cánh nghiêng thông thường cần có bộ dẫn động để làm nghiêng cánh. Ngược lại, máy bay VTOL 10 theo các phương án được mô tả ở đây sử dụng lực đẩy của động cơ để quay các bề mặt điều khiển 50. Điều này đạt được bằng cách có các động cơ được lắp ở cả hai bên của trục nghiêng cánh (tức là bên trên và bên dưới cánh), hoặc theo cách khác là có một số động cơ được nghiêng theo góc so với các động cơ khác để đạt được các tuyến lực đẩy khác nhau, lệch góc, như được thể hiện trên Fig.7. Hoạt động này sẽ được mô tả dưới đây.

Các động cơ 60 tốt hơn nếu là các động cơ DC không chổi than mà thay đổi tốc độ bằng cách thay đổi tần số chuyển đổi. Tần số chuyển đổi này được điều khiển bởi các bộ điều khiển tốc độ điện tử (ESC) trong hệ thống điều khiển 90. Các động cơ 60 thực tế là các động cơ AC nam châm vĩnh cửu, nhưng đầu vào từ ESC là DC nên chúng thường được gọi là DC không chổi than). Hoạt động của động cơ 60 sao cho đầu vào tần số cao hơn từ ESC dẫn đến tốc độ cánh quạt dạng chong chóng cao hơn, và đầu vào tần số thấp hơn từ ESC dẫn đến tốc độ cánh quạt dạng chong chóng thấp hơn.

Trên thực tế, nếu tần số chuyển đổi bằng nhau, các mô men sẽ được cân bằng.

Phương án thứ nhất—các động cơ được lắp bên trên và bên dưới các cánh

Theo phương án được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.6, bằng cách tăng tốc độ quay của các động cơ điện 60 nằm bên trên các bề mặt điều khiển 50 của cánh, hệ thống điều khiển có thể tăng lực đẩy được tạo ra bởi các cánh quạt dạng chong chóng trên 70. Đồng thời, việc giảm tốc độ của các động cơ 60 nằm bên dưới các bề mặt điều khiển 50 của cánh làm giảm lực đẩy được tạo ra bởi các cánh quạt dạng chong chóng dưới 70. Kết quả là tạo thành mômen quay để làm quay các bề mặt điều khiển 50 sang chế độ bay về phía trước, gần như nằm ngang.

Ngược lại, bằng cách giảm tốc độ của các động cơ điện 60 nằm bên trên các bề mặt điều khiển 50 của cánh và tăng tốc độ của các động cơ điện 60 nằm bên dưới các bề mặt điều khiển 50 của cánh, kết quả là tạo thành mômen quay để làm quay các bề mặt điều khiển 50 sang cấu hình thẳng đứng (cất cánh và hạ cánh).

Các động cơ 60 được điều khiển bằng cách sử dụng thuật toán pha trộn trong phần mềm điều khiển để đảm bảo tổng công suất của tất cả các động cơ 60 trên đoạn cánh đó tạo ra tổng lực đẩy cần thiết cho việc bay ổn định, nhưng vẫn có thể nghiêng cánh từ thẳng đứng sang nằm ngang và trở lại khi được điều khiển.

Phanh hoặc thiết bị kẹp hoặc bộ dẫn động nhỏ được sử dụng để giữ các bề mặt điều khiển 50 theo cấu hình thẳng đứng hoặc nằm ngang mong muốn.

Phương án thứ hai – các động cơ được lắp với sự lệch vector lực đẩy theo góc

Theo phương án được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.13, bằng cách tăng tốc độ quay của các động cơ điện 60 có các tuyến lực đẩy nghiêng xuống XX, hệ thống điều khiển có thể tăng lực đẩy được tạo ra bởi các cánh quạt dạng chong chóng trên 70. Đồng thời, việc giảm tốc độ của hai động cơ 60 có các tuyến lực đẩy nghiêng lên YY, làm giảm lực đẩy

được tạo ra bởi các cánh quạt dạng chong chóng 70 này. Kết quả là tạo thành mômen quay để làm quay các bề mặt điều khiển 50 sang chế độ bay về phía trước, gần như nằm ngang.

Ngược lại, bằng cách giảm tốc độ của các động cơ điện 60 có các tuyến lực đẩy nghiêng xuống XX và tăng tốc độ của các động cơ điện 60 có các tuyến lực đẩy nghiêng lên YY, kết quả là tạo ra mômen quay để làm quay các bề mặt điều khiển 50 sang cấu hình thẳng đứng (cất cánh và hạ cánh).

Máy bay 10 theo một phương án khác có 4, 6 hoặc $2n$ ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$) động cơ 60 trên mỗi bề mặt điều khiển 50 sao cho cơ cấu nghiêng có phần dự phòng, do đó bất kỳ hỏng hóc động cơ riêng lẻ nào cũng không ngăn cản chuyển động quay của cánh.

Có lợi là, máy bay 10 theo các phương án này loại bỏ sự cần thiết các bộ dẫn động lớn hoặc nặng để quay cánh của máy bay có cấu hình cánh nghiêng 10. Cũng có khả năng giảm số lượng linh kiện, do đó làm tăng độ tin cậy của hệ thống.

Một ví dụ sẽ được mô tả. Theo Fig.7 và Fig.13, phương án được thể hiện có bốn động cơ 60 trên mỗi cánh 20, 22, 30, 32 và tổng cộng mười sáu động cơ 60.

T_1 = Lực đẩy của cánh quạt dạng chong chóng và động cơ 1 (P_1)

T_2 = Lực đẩy của cánh quạt dạng chong chóng và động cơ 2 (P_2)

T_n = Lực đẩy của cánh quạt dạng chong chóng và động cơ n (P_n)

T_{16} = Lực đẩy của cánh quạt dạng chong chóng và động cơ 16 (P_{16})

Khi các động cơ 60 trong cấu hình trục thẳng đứng (ví dụ Fig.12A), tổng lực đẩy khi bay lơ lửng $= T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_{16}$

Đối với trọng lượng cân bằng khi bay lơ lửng= khối lượng * g (gia tốc do trọng lực)

$$W = T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_{16}$$

Lực đẩy được tạo ra bởi mỗi động cơ 60 có thể được thay đổi bởi hệ thống điều khiển bằng cách tăng hoặc giảm tốc độ của mỗi cánh quạt dạng chong chóng 70, đạt được bằng cách gửi tín hiệu đến bộ điều khiển tốc độ điện tử động cơ (Motor Electronic Speed Controller - ESC) để làm tăng hoặc giảm tốc độ quay của động cơ 60. Theo cách khác, có thể sử dụng các cánh quạt dạng chong chóng có góc chúc biến thiên và lực đẩy được thay đổi bằng cách thay đổi góc chúc trên cánh quạt dạng chong chóng.

$$\text{Lực đẩy trên cánh 1} = T_{w1} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

$$\text{Lực đẩy trên cánh 2} = T_{w2} = T_5 + T_6 + T_7 + T_8$$

$$\text{Lực đẩy trên cánh 3} = T_{w3} = T_9 + T_{10} + T_{11} + T_{12}$$

$$\text{Lực đẩy trên cánh 4} = T_{w4} = T_{13} + T_{14} + T_{15} + T_{16}$$

Trong trạng thái bay lơ lửng ổn định:

$$W = T_{w1} + T_{w2} + T_{w3} + T_{w4}$$

Bằng cách sử dụng các thuật toán ổn định đa động cơ thông thường, tốc độ của mỗi động cơ 60 được thay đổi để ổn định chóng nhiều và lực đẩy vi sai được sử dụng để làm chúc góc và lặn máy bay 10.

Trong chế độ bay lơ lửng, các cánh 20, 22, 30, 32 có thể tự do hoặc được kẹp bằng cách sử dụng cơ cấu khác.

Có lợi là, máy bay 10 cho phép các ổ đỡ bản lề nhỏ hơn được phân bố cho mỗi động cơ 60, có thể là phần dư dự phòng và có đường kính nhỏ hơn nhiều (do đó nhẹ hơn).

Sáng chế có thể tạo ra gờ trước có khe giúp giảm đáng kể việc sự rung lắc được trải nghiệm bởi máy bay có cánh nghiêng trong khi hạ thấp xuống.

Các động cơ điện bổ sung (không được hiển thị trên hình vẽ) có thể được lắp vào các kết cấu khác ngoài các cánh, như thân máy bay, để tạo ra lực nâng và/hoặc tốc độ tiến bổ sung.

Có lợi là, kết cấu cánh hình hộp có hiệu quả về mặt khí động học cao hơn cánh thông thường có cùng kích thước và có thể có hiệu quả hơn về mặt kết cấu (do đó nhẹ hơn).

Có lợi là, kết cấu cánh hình hộp tạo ra độ cứng vững bổ sung.

Có lợi là, máy bay 10 làm giảm trọng lượng của các ổ đỡ và kết cấu cánh nghiêng cần thiết khi so sánh với máy bay có cánh nghiêng thông thường. Điều này là do cánh nghiêng thông thường đòi hỏi một cặp các ổ đỡ lớn duy nhất (mỗi ổ đỡ ở một bên thân máy bay) với kết cấu vững chắc để quay.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả với theo các ví dụ cụ thể, nhưng sẽ được nhận thấy rõ bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này rằng sáng chế có thể được thực hiện dưới nhiều hình thức khác.

Yêu cầu bảo hộ

1. Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) bao gồm:
thân máy bay;

các cánh trước thứ nhất và thứ hai được lắp vào các bên đối diện của thân máy bay, mỗi cánh này có một gờ trước cố định và một bề mặt điều khiển sau mà được xoay quanh trục xoay gần như nằm ngang;

các động cơ điện thứ nhất và thứ hai, mỗi động cơ có các cánh quạt, các động cơ này được lắp vào mỗi cánh, các động cơ điện và các cánh quạt được xoay quanh trục với bề mặt điều khiển sau giữa vị trí thứ nhất trong đó mỗi cánh quạt có trục quay gần như thẳng đứng và vị trí thứ hai trong đó mỗi cánh quạt có trục quay gần như nằm ngang,

hệ thống điều khiển để điều khiển từng động cơ điện;

trong đó hệ thống điều khiển này được tạo cấu hình để vận hành theo cách có lựa chọn động cơ điện thứ nhất và cánh quạt và động cơ điện thứ hai và cánh quạt ở các tốc độ quay khác nhau để tạo ra mômen quay để xoay bề mặt điều khiển quanh trục xoay.

2. Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) theo điểm 1, trong đó tuyến lực đẩy của động cơ điện thứ nhất và cánh quạt được lệch một góc so với tuyến lực đẩy của động cơ điện thứ hai và cánh quạt.

3. Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) theo điểm 1, trong đó động cơ điện thứ nhất và cánh quạt được nằm bên trên bề mặt điều khiển, và động cơ điện thứ hai và cánh quạt được nằm bên dưới bề mặt điều khiển, sao cho tuyến lực đẩy của động cơ điện thứ nhất và cánh quạt gần như song song

với và dịch một khoảng so với tuyến lực đẩy của động cơ điện thứ hai và cánh quạt.

4. Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó động cơ điện thứ nhất được vận hành bởi hệ thống điều khiển ở tốc độ quay cao hơn động cơ điện thứ hai đáp ứng với lệnh để làm dịch chuyển bề mặt điều khiển giữa vị trí thứ nhất và vị trí thứ hai,

hơn nữa trong đó động cơ điện thứ nhất được vận hành bởi hệ thống điều khiển ở tốc độ quay thấp hơn động cơ điện thứ hai đáp ứng với lệnh để làm dịch chuyển bề mặt điều khiển giữa vị trí thứ hai và vị trí thứ nhất.

5. Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó mỗi cánh có ít nhất hai động cơ điện, mỗi động cơ điện có các cánh quạt, các động cơ điện và các cánh quạt này được bố trí theo các cặp có các tuyến lực đẩy triệt tiêu mômen quay bất kỳ khi cặp các động cơ điện và các cánh quạt quay với các tốc độ quay gần như bằng nhau.

6. Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó trong chế độ bay lơ lửng, hệ thống điều khiển được tạo cấu hình để quay mỗi động cơ và cánh quạt ở một tốc độ phù hợp để tạo ra lực đẩy kết hợp của tất cả các động cơ điện và các cánh quạt bằng với tổng khối lượng máy bay và tải trọng nhân với gia tốc trọng trường.

7. Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó máy bay này còn bao gồm phanh, bộ dẫn động nhỏ hoặc thiết bị kẹp để giữ bề mặt điều khiển ở các vị trí thứ nhất và thứ hai mong muốn.

8. Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) theo điểm 7, trong đó phanh, bộ dẫn động nhỏ hoặc thiết bị kẹp được vận hành bởi hệ thống điều khiển.

9. Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó máy bay này còn bao gồm các cánh sau thứ nhất và thứ hai được lắp vào các bên đối diện của thân máy bay, trong đó phần ngoài của mỗi cánh trước, xa nhất từ thân máy bay, được nối với phần ngoài của cánh sau liền kề bằng chi tiết kết nối, tạo ra kết cấu cánh hình hộp.

10. Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) bao gồm:

thân máy bay;

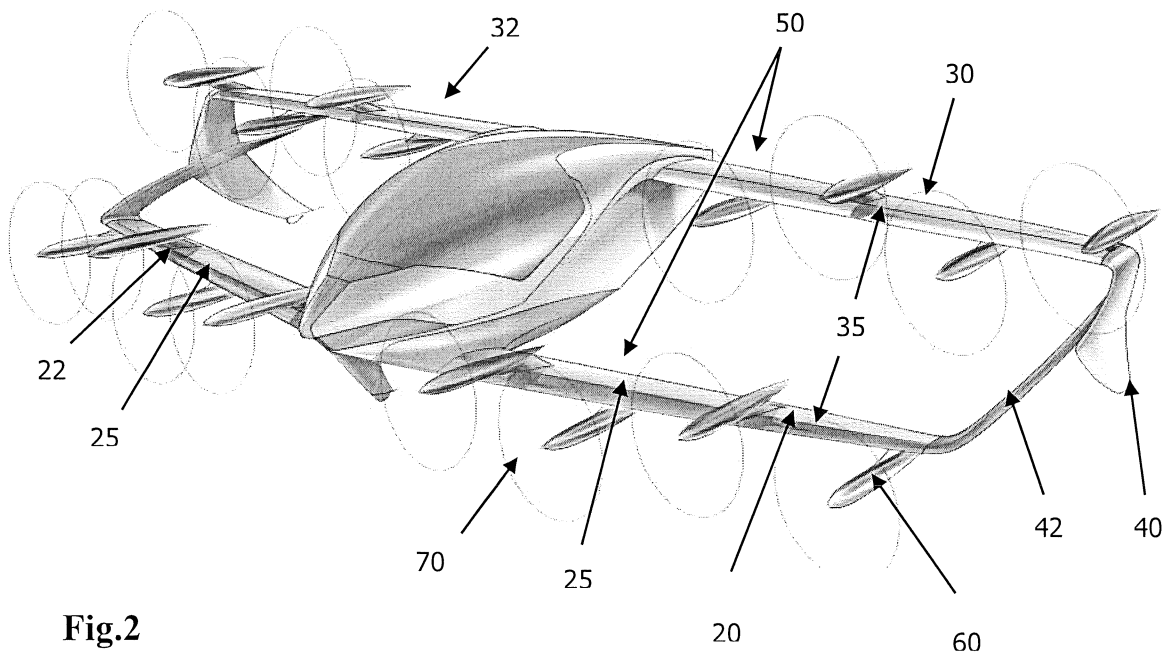
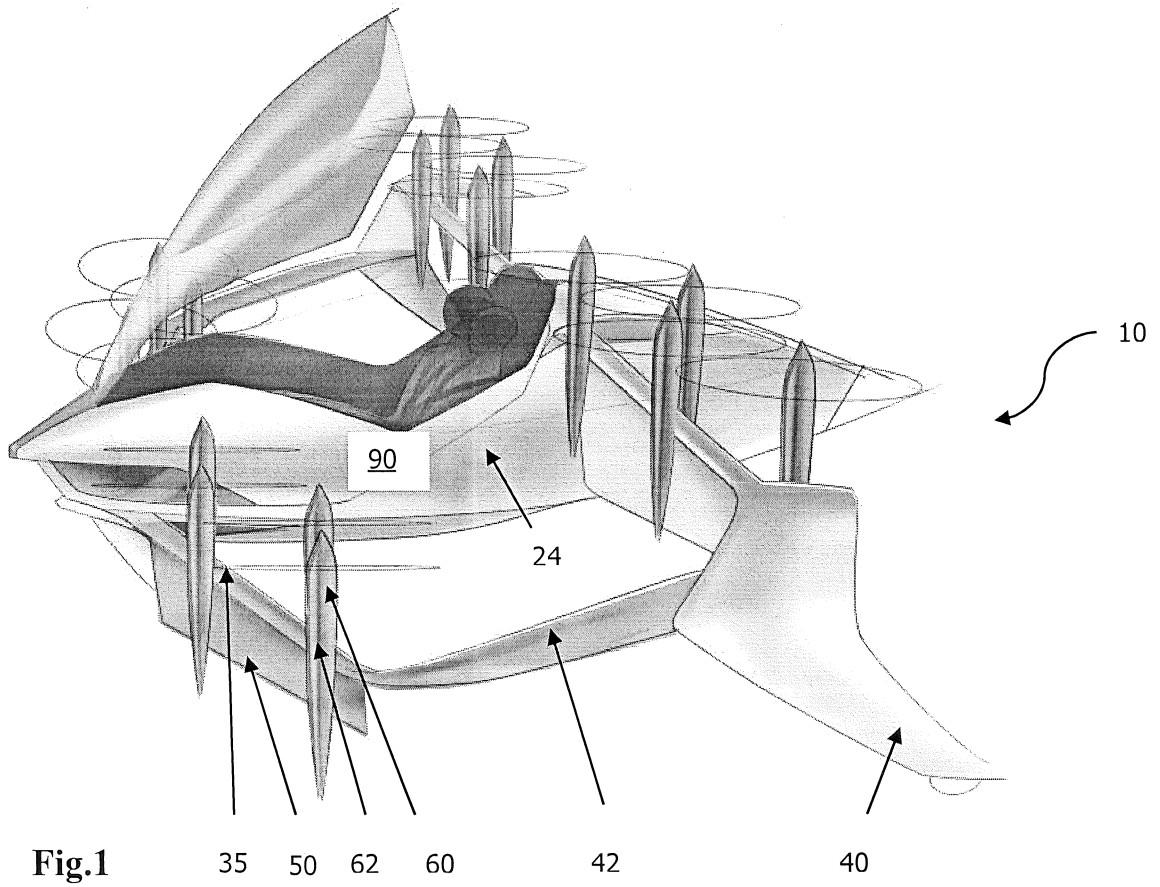
các cánh trước thứ nhất và thứ hai được lắp vào các bên đối diện của thân máy bay, mỗi cánh này có một gờ trước cố định và một bề mặt điều khiển sau mà được xoay quanh trục xoay gần như nằm ngang;

động cơ điện thứ nhất có cánh quạt dạng chong chóng có góc chúc biến thiên thứ nhất, động cơ điện thứ hai có cánh quạt dạng chong chóng có góc chúc biến thiên thứ hai, động cơ điện thứ nhất và thứ hai này được lắp vào mỗi cánh, các cánh quạt dạng chong chóng có góc chúc biến thiên thứ nhất và thứ hai được xoay quanh trục với bề mặt điều khiển sau giữa vị trí thứ nhất trong trong đó mỗi cánh quạt dạng chong chóng có trục quay gần như thẳng đứng và vị trí thứ hai trong đó mỗi cánh quạt dạng chong chóng có trục quay gần như nằm ngang,

hệ thống điều khiển để điều khiển tốc độ quay và/hoặc góc chúc lá của mỗi cánh quạt dạng chong chóng có góc chúc biến thiên;

trong đó hệ thống điều khiển này được tạo cấu hình để thay đổi góc chúc của cánh quạt dạng chong chóng thứ nhất so với cánh quạt dạng chong chóng thứ hai để tạo ra mômen quay để xoay bề mặt điều khiển quanh trục xoay.

11. Máy bay cất cánh và hạ cánh thẳng đứng (VTOL) theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó các động cơ điện là các động cơ DC không chổi than mà thay đổi tốc độ đáp ứng với sự thay đổi tần số chuyển đổi từ các bộ điều khiển tốc độ điện tử của hệ thống điều khiển.



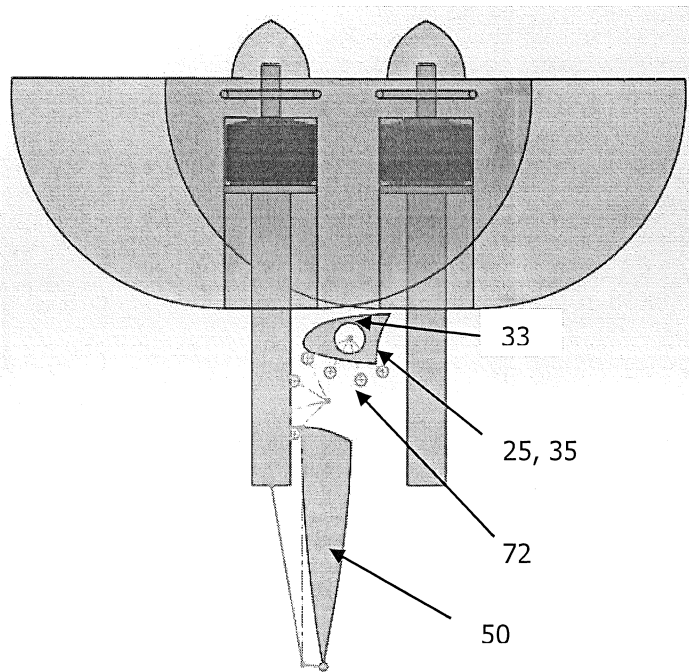


Fig.3

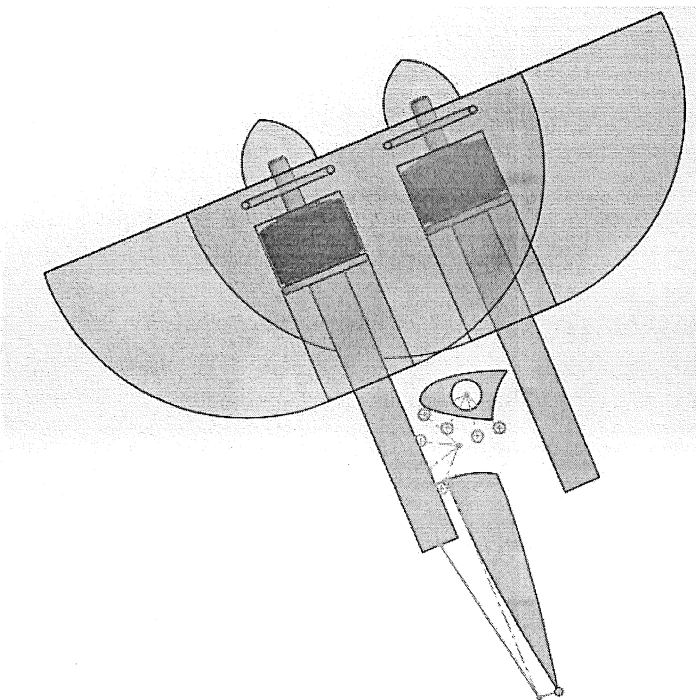
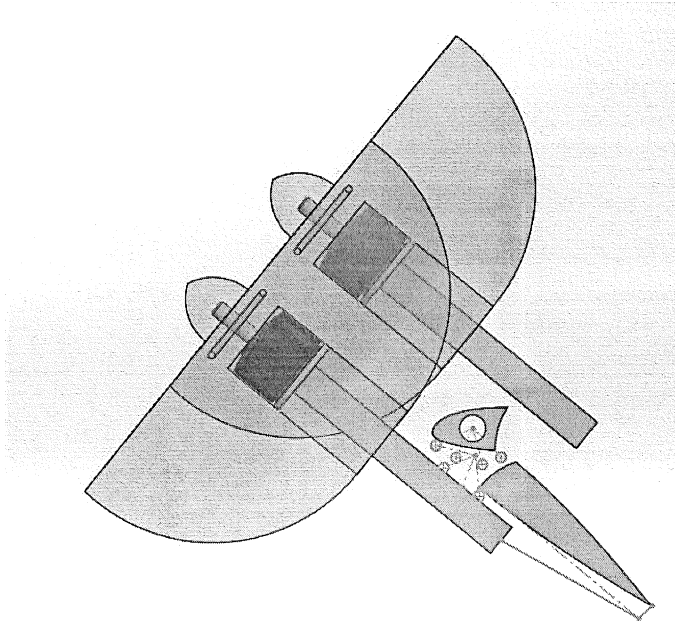
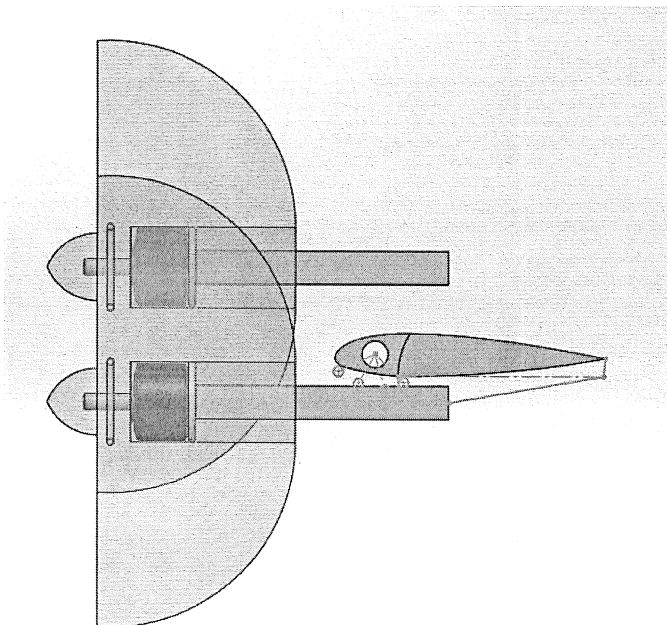
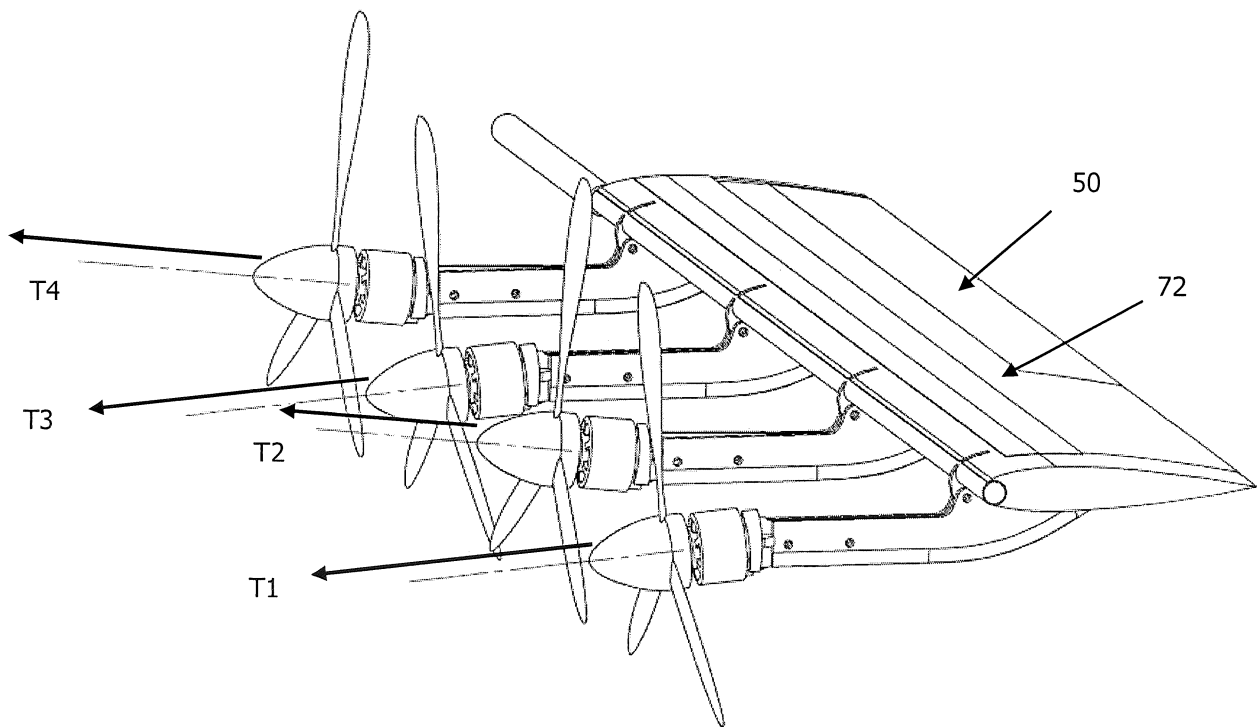
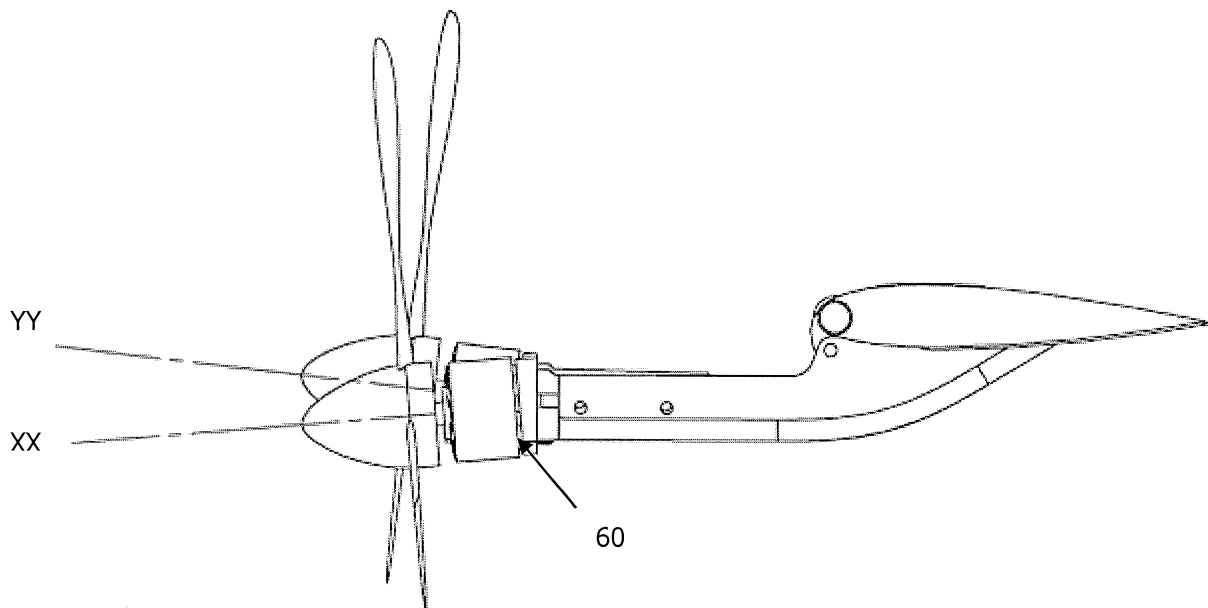
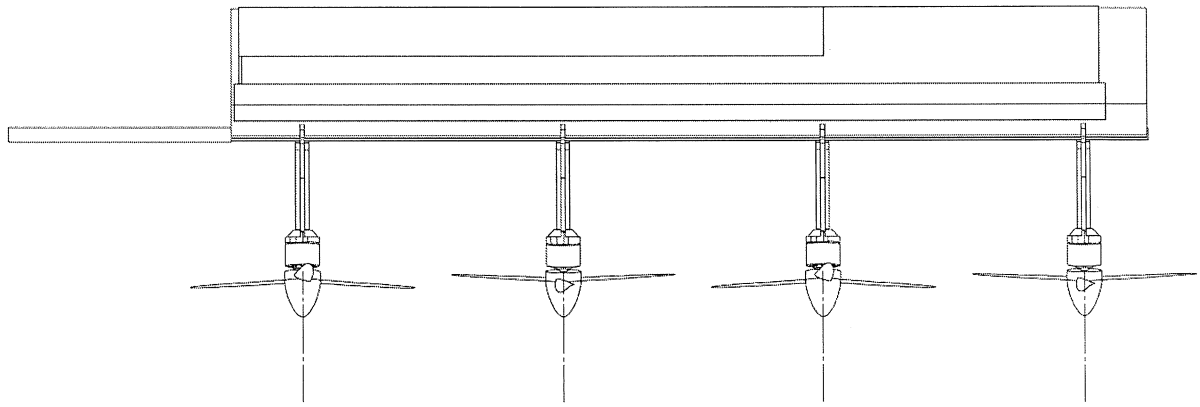
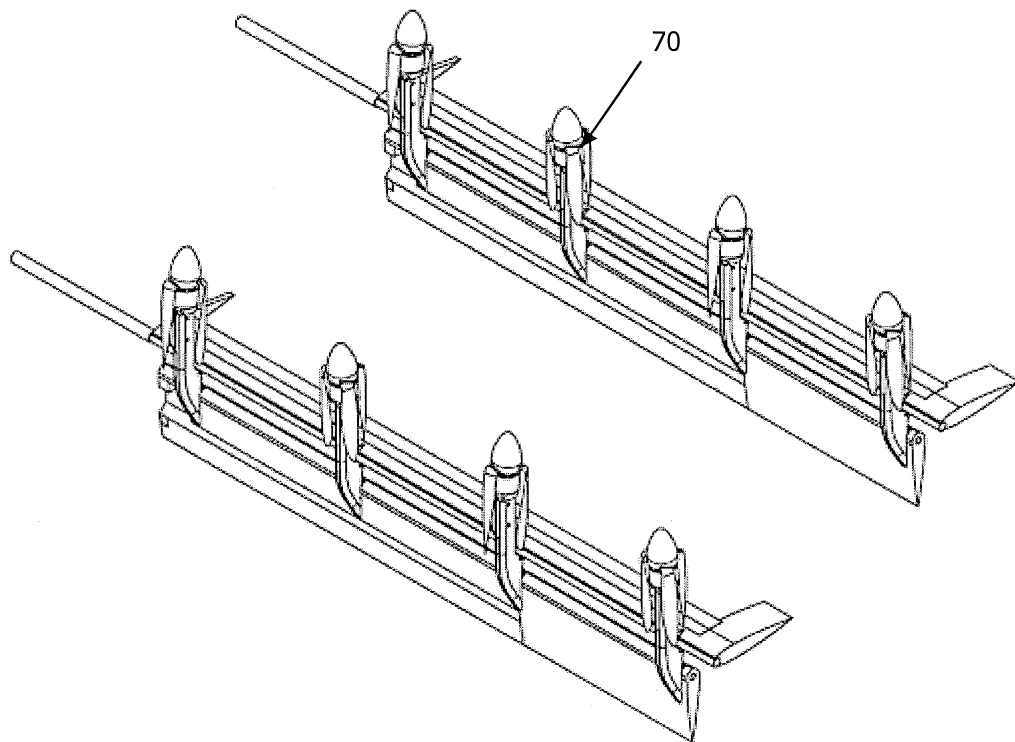


Fig.4

**Fig.5****Fig.6**

**Fig.7****Fig.8**

**Fig.9****Fig.10**

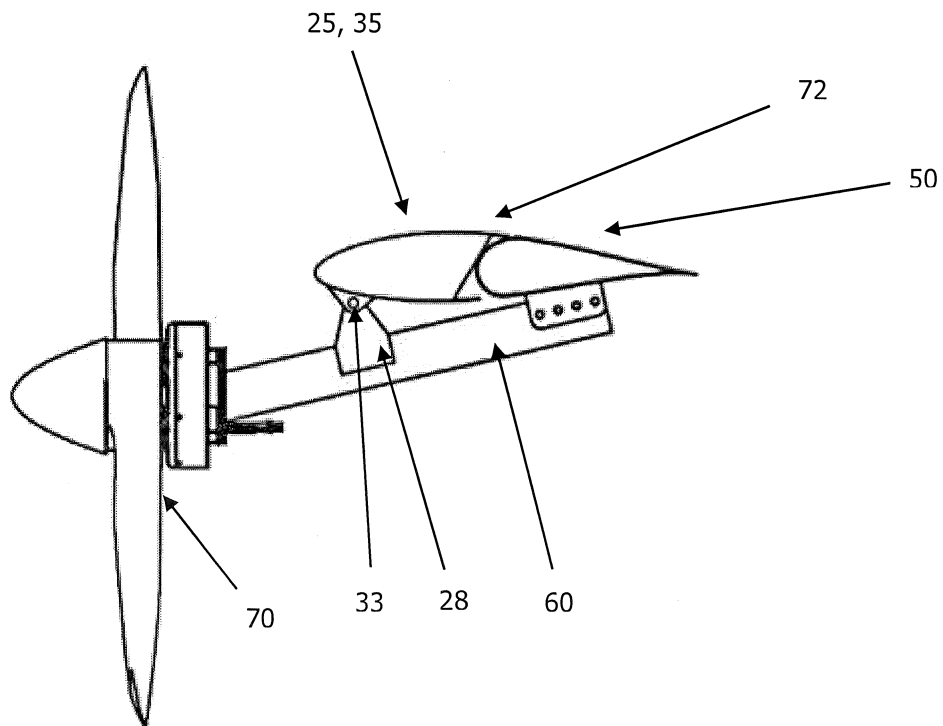


Fig.11A

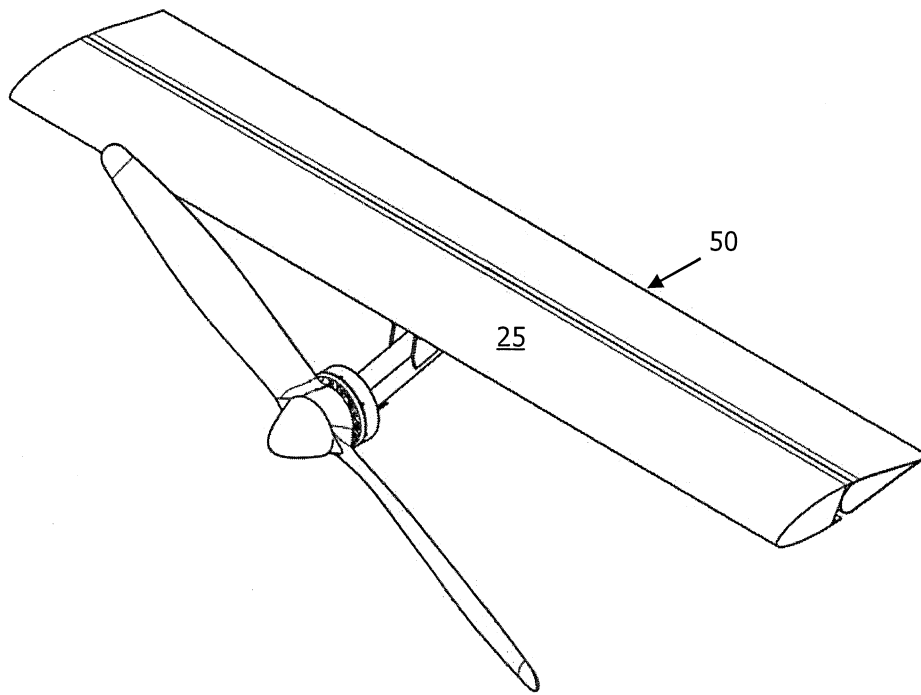


Fig.11B

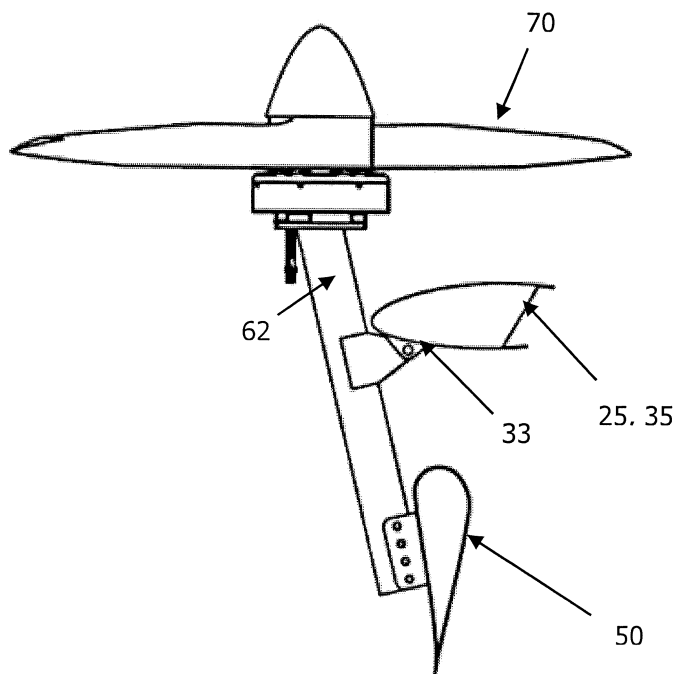


Fig.11C

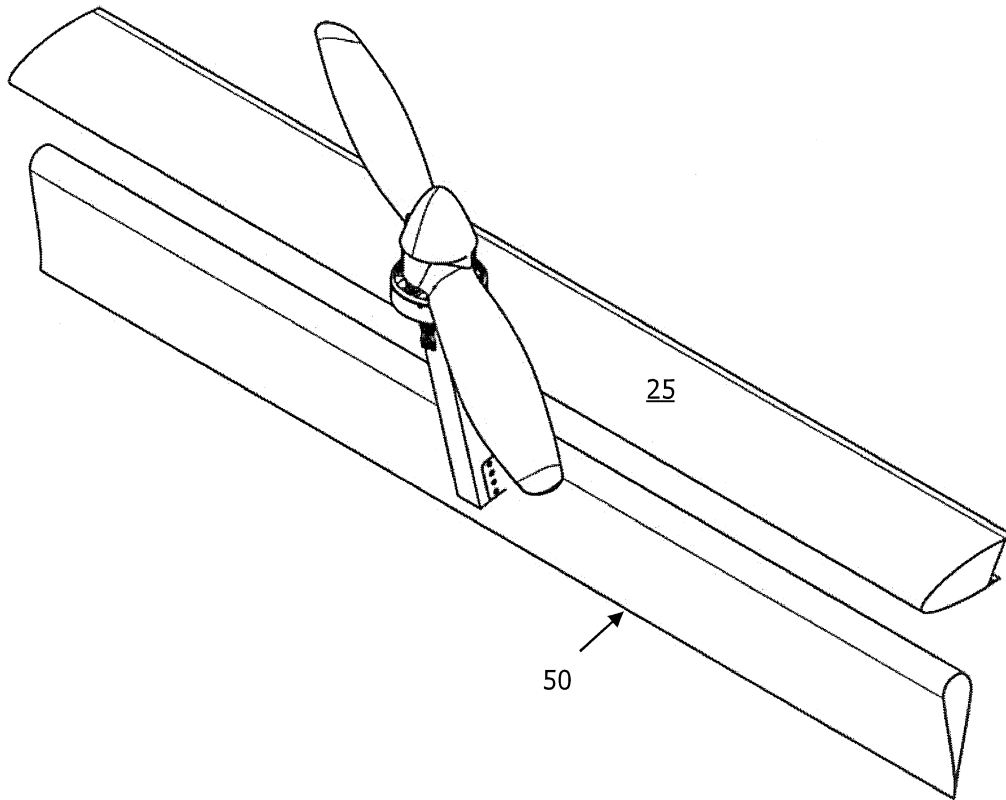


Fig.11D

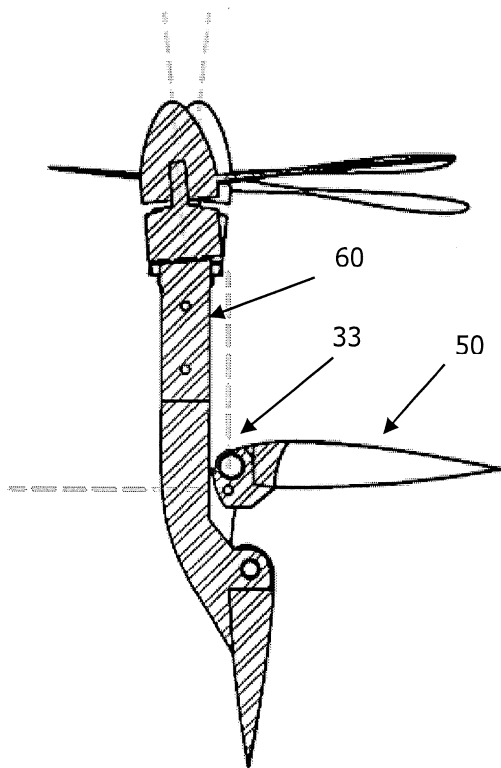


Fig.12A

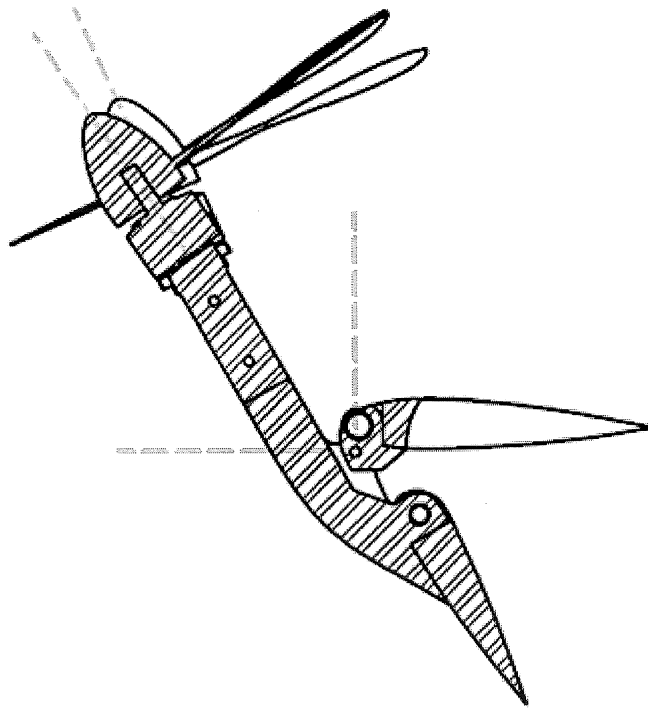


Fig.12B

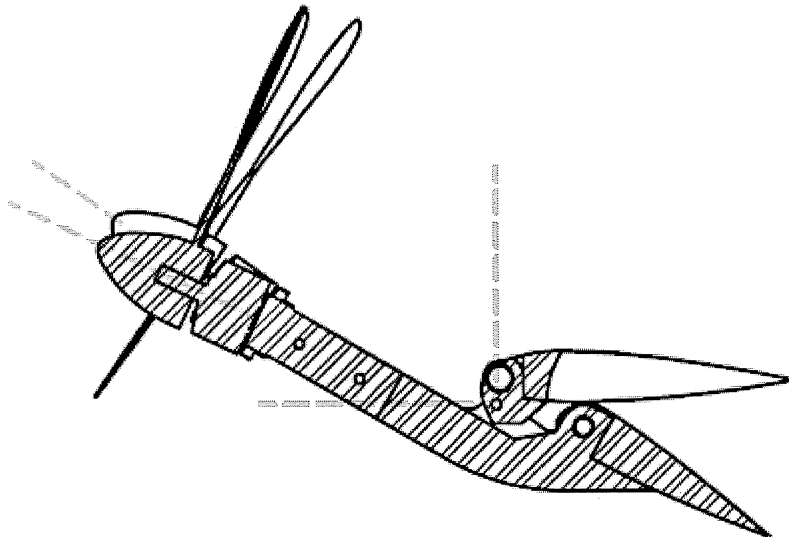


Fig.12C

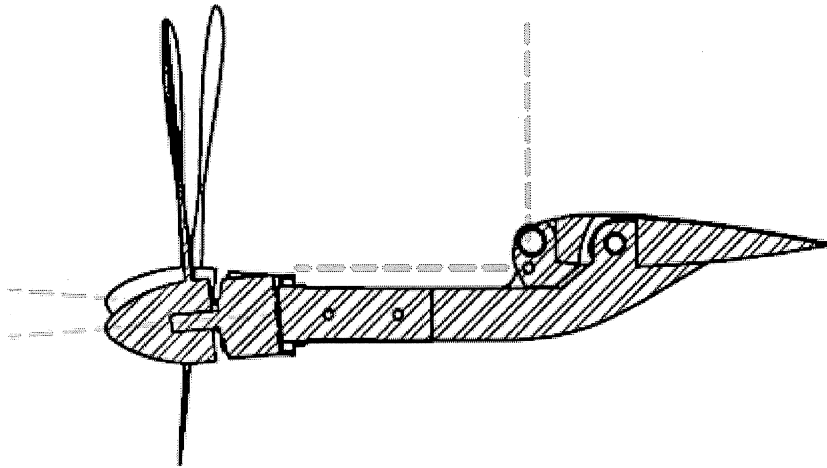


Fig.12D

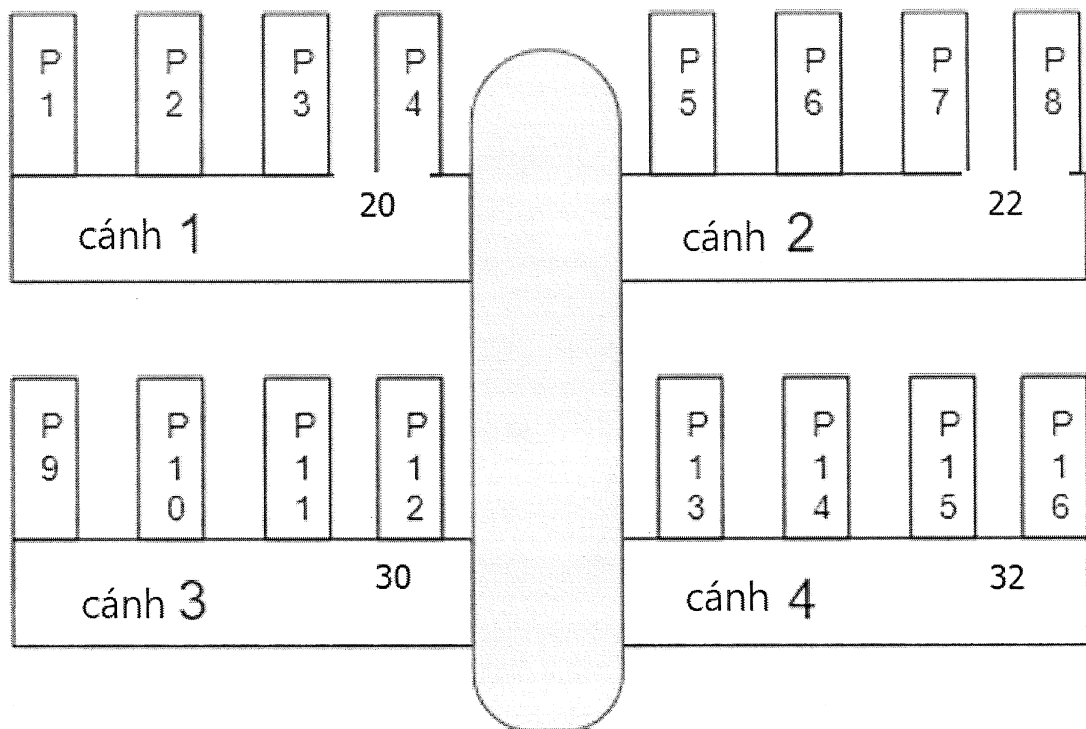


Fig.13

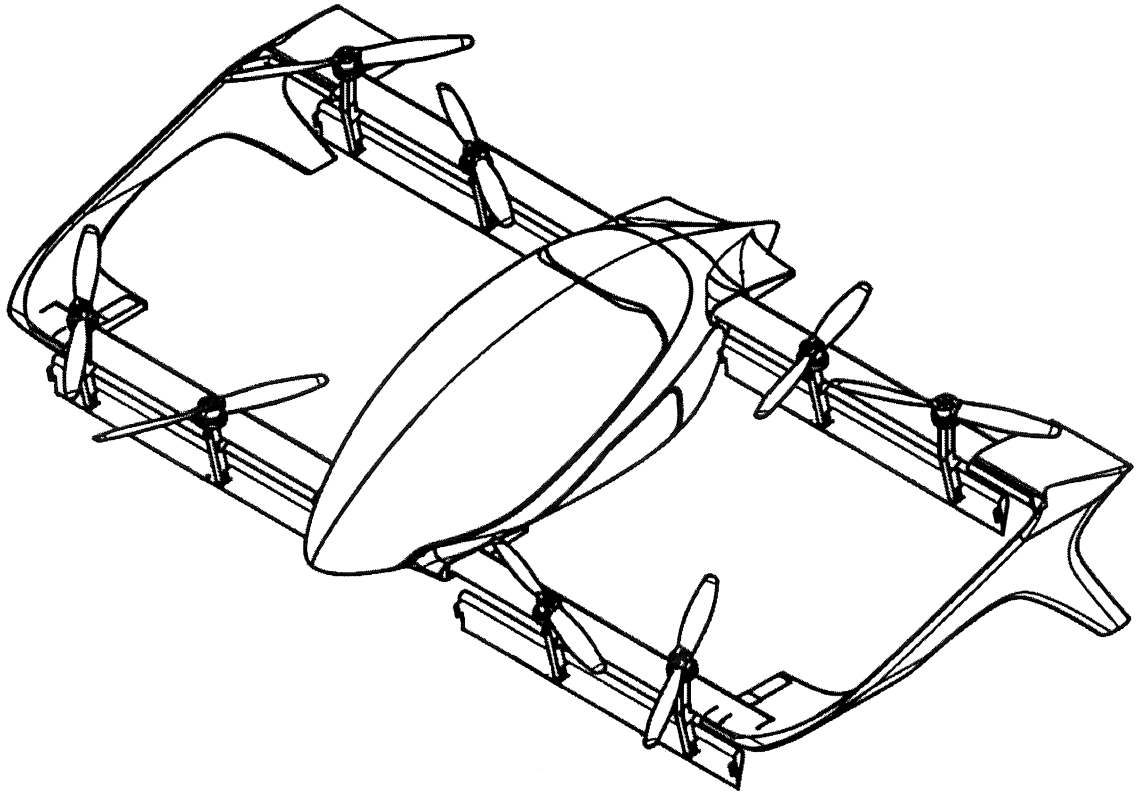


Fig.14

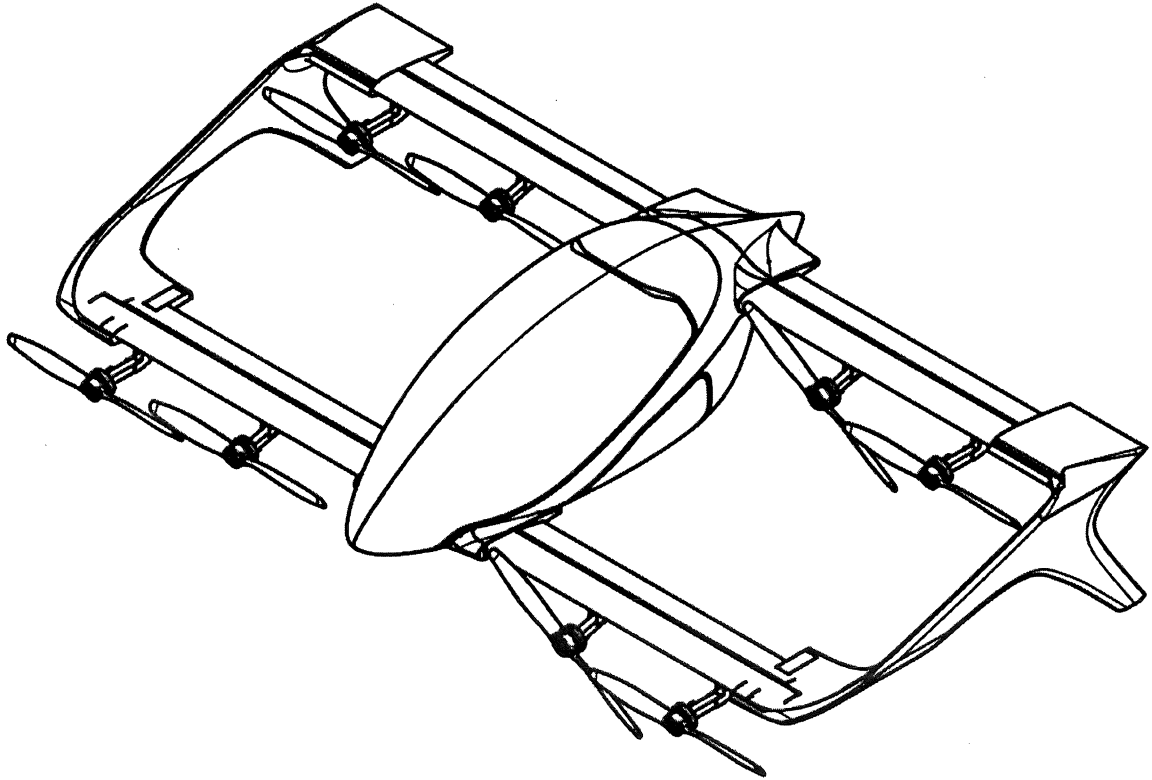


Fig.15