(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 469 440**

(51) Int. CI.:

F04D 27/00 (2006.01)
H02K 1/30 (2006.01)
H02K 5/18 (2006.01)
H02P 6/20 (2006.01)
H02K 1/14 (2006.01)
H02K 1/18 (2006.01)
H02K 1/27 (2006.01)
H02K 11/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2010 E 10720060 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2014 EP 2427954**

(54) Título: **Ventilador para su uso en agricultura**

(30) Prioridad:

06.05.2009 US 175970 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.06.2014

(73) Titular/es:

MUNTERS CORPORATION (100.0%)
4215 Legion Drive
Mason, Michigan 48854, US

(72) Inventor/es:

HAUSE, CHRISTOPHER A.;
DEMERLY, ROSS L.;
HANSEN, DANIEL G.;
WITT, CHRISTOPHER B. y
VAN CAMP, JOHN

(74) Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Ventilador para su uso en agricultura

Referencias cruzadas a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional estadounidense n.º 61/175.970, presentada el 6 de mayo de 2009, que se incorpora por la presente en el presente documento como referencia en su totalidad, excepto por el hecho de que la presente solicitud reemplaza cualquier parte de la solicitud a la que se ha hecho referencia anteriormente que contradiga la presente solicitud.

Declaración en cuanto a investigación o desarrollo con subvención federal

No aplicable.

Antecedentes de la invención

(1) Campo de la invención

La presente invención se refiere a un ventilador para su uso en agricultura que incluye un motor sin escobillas de corriente continua (BLDC, *brushless direct current*). En particular, la presente invención se refiere a un ventilador para su uso en edificios de confinamiento de ganado que tiene un tamaño de hélice de entre aproximadamente 36 pulgadas (914 mm) y 84 pulgadas (2134 mm) y que usa un motor BLDC con un sistema de control electrónico para optimizar las revoluciones por minuto (rpm), el flujo de aire y la eficiencia del ventilador durante las diversas fases de crecimiento de ganado o los animales, lo que se necesita para maximizar la tasa de crecimiento de los animales y optimizar la eficiencia del ventilador y el sistema de ventilación.

En el pasado, los sistemas de ventilación para edificios de confinamiento de ganado usaban motores de inducción y ventilación controlada o bien apagando o bien encendiendo algunos o todos los ventiladores. Sin embargo, este método a menudo creaba picos y valles en la ventilación del edificio cuando los ventiladores estaban o bien encendidos o bien apagados. Además, en el pasado los caudales de aire en el edificio de confinamiento de ganadodo variaban debido a la presión del edificio, a los efectos del viento, a entradas atascadas y a otras condiciones, estas condiciones afectaban a la capacidad de los ventiladores para mover aire. Esto creaba períodos en los que el ambiente y el caudal de aire en el edificio de confinamiento de ganado no estaban optimizados para el crecimiento máximo del ganado en el edificio de confinamiento de ganado. Además, en el pasado, el motor y/o sistema de accionamiento del ventilador se sustituyó por ventiladores que tenían motores de inducción, para provocar grandes cambios en el flujo de aire de un ventilador. Por tanto, no existía ninguna manera sencilla de cambiar la velocidad o el flujo de aire de los ventiladores sin cambiar o añadir equipamiento. También existía poca capacidad para hacer funcionar los ventiladores a una eficiencia máxima al tiempo que se mantenían condiciones de crecimiento óptimas para el ganado en los edificios de confinamiento de ganado.

Sumario de la técnica anterior

La patente estadounidense n.º 6.190.140 B1 de Matson describe un sistema de montaje de motor mejorado para ventiladores de ventilación accionados por correa 20 que mantiene y regula continuamente la tensión de la correa del ventilador 20. La invención incluye una unidad de montaje de una sola pieza 38 con una sección transversal generalmente cruciforme. La unidad de montaje de una sola pieza 38 está suspendida entre los carriles de la estructura 34 y 35 de la carcasa externa rígida 21 del ventilador 20 y soporta tanto el motor de accionamiento eléctrico 44 convencional como el conjunto de hélice 40 en una relación alineada separada con los interiores de la carcasa del ventilador entre los carriles 34 y 35. El motor 44 y el conjunto de hélice 40 están acoplados mecánicamente mediante una correa en V 45 convencional. La unidad de montaje cruciforme de una sola pieza 38 incluye un mandril tubular rígido 70 en el centro y un par de brazos planos 76, 78, 80 y 82 que se extienden alejándose de cada lado del mandril 70. Uno de los brazos 80 soporta el conjunto de ala 94 que soporta el motor de accionamiento 44. El ala 106 del conjunto de ala 94 soporta dinámicamente el motor de accionamiento 44. El ala 106 puede desviarse automáticamente hacia o alejándose del mandril 70 durante el funcionamiento.

La solicitud de patente europea n.º EP 1 099 912 A1 de van Bohemen describe un sistema de control de ventilación para controlar la cantidad de aire que pasa a través de un espacio 1 dividido en varios compartimentos 2. El sistema de control de ventilación incluye un controlador de válvula de ventilador separado en cada compartimento 2 y un control central para controlar simultáneamente los ventiladores 11 en los compartimentos separados 2. La unidad de ventilación 7 para cada compartimento 2 comprende un ventilador 11, una válvula de control 12 para el ventilador 11 y un ventilador de medición 13. El sistema de control de ventilación comprende además una unidad de control central, particularmente una unidad de control de frecuencia 5. En uso, partiendo de una situación específica en la que un número específico de cerdos de una clase específica y una categoría de edad conocía están presentes en el compartimento 2, a una temperatura dada, existirá una determinada ventilación de aire en cada uno de los compartimentos 2 que se determina mediante la velocidad del ventilador 11 y la posición de la válvula de control 12. Si la temperatura en uno de los compartimentos 2 es demasiado alta y se necesita más ventilación, el ordenador de ventilación 4 suministrará una señal de control para abrir más la válvula de control 12. Cuando la ventilación en el

compartimento 2 relevante aún es insuficiente y la válvula de control 12 ha alcanzado una posición abierta máxima específica, el ordenador de ventilación 4 suministrará una señal de control a la unidad de control de frecuencia 5 que aumenta entonces la velocidad del ventilador 11, hasta que el ordenador de ventilación 4 considere que la ventilación es suficiente. Las válvulas de control separadas 12 en los otros compartimentos 2 pueden ajustarse para evitar demasiada ventilación en los otros compartimentos 2.

Sigue existiendo la necesidad de un ventilador para su uso en edificios de confinamiento de ganado que use un motor BLDC y un sistema de control electrónico de modo que el ventilador pueda hacerse funcionar en una variedad de modos y pueda conmutarse fácilmente entre los modos para maximizar la eficiencia de los ventiladores al tiempo que se optimiza el ambiente de crecimiento de los edificios para el ganado. Los problemas mencionados anteriormente se solucionan mediante el dispositivo y el método relacionado según las reivindicaciones 1 y 9, respectivamente. La esencia y las ventajas de la presente invención resultarán cada vez más evidentes con referencia a los dibujos siguientes y la descripción.

Breve sumario de la invención

Ventilador para su uso en agricultura que tiene un motor BLDC. El ventilador incluye una hélice, un buje central, un motor BLDC, un poste principal y un sistema de control. El buje central es una unidad de cojinete que tiene un árbol principal unido de manera giratoria a un árbol de montaje. El estator del motor BLDC está montado fijamente en el poste principal. El rotor del motor BLDC así como la hélice están montados en el árbol de montaje del buje central. Los cojinetes del buje central permiten que el rotor y la hélice giren mientras el estator permanece estacionario. El uso del poste principal soporta y ubica el motor y sus partes y permite el montaje del ventilador en carcasas de ventilador existentes.

El sistema de control para el ventilador controla la velocidad del motor BLDC y el ventilador, lo que controla el caudal de aire del ventilador. El sistema de control incluye al menos un (1) microprocesador que tiene programas para controlar el funcionamiento del ventilador. En una (1) realización, el sistema de control tiene al menos dos (2) microprocesadores. El primer microprocesador está preprogramado para ejecutar las operaciones normales del motor, tales como encender y apagar el motor BLDC. El segundo microprocesador es programable e incluye programas personalizados para controlar la velocidad del motor BLDC. En una (1) realización, el sistema de control tiene puentes que determinan qué programas personalizados se descargan de las EEPROM al segundo microprocesador. En una (1) realización, el sistema de control también incluye controles manuales. En una (1) realización, el sistema de control incluye una entrada de tensión variable. En esta realización, se introduce una tensión de entre 0 y 10 V CC en una entrada de tensión variable para variar la velocidad del motor BLDC. En otra realización, el sistema de control tiene una entrada de señal lógica. En esta realización, se introduce una señal lógica de 120 V CA en la entrada de señal lógica para conmutar el motor BLDC de una (1) velocidad o modo de funcionamiento a una velocidad o modo de funcionamiento diferente. La entrada de señal lógica actúa como conmutador. En una (1) realización, el sistema de control puede preprogramarse para hacer funcionar el ventilador en dos (2) modos. El primer modo es el modo de alta eficiencia en el que la velocidad del ventilador varía y por tanto el caudal de aire (CFM, *cubic feet per minute,* pie cúbico por minuto) producido por el ventilador varía para mantener la eficiencia de funcionamiento más alta. El segundo modo es el modo de máximo rendimiento en el que la velocidad del ventilador permanece constante. En otra realización, el ventilador puede funcionar en cuatro (4) modos diferentes. El primer modo es el modo de velocidad constante que hace funcionar el motor BLDC a una velocidad constante. El segundo modo es el de caudal de aire constante en el que la velocidad de la hélice se varía según sea necesario para mantener el caudal de aire deseado a diferentes presiones. El ventilador puede también funcionar en un tercer modo de par motor constante o un cuarto modo de eficiencia máxima o constante.

Puede usarse una pluralidad de los ventiladores en un sistema de ventilación para un edificio de confinamiento de ganado. El sistema de ventilación proporciona ventilación al edificio de confinamiento de ganado para optimizar las condiciones ambientales en el edificio de confinamiento de ganado para maximizar el crecimiento del ganado. La velocidad de los ventiladores en el sistema de ventilación puede ajustarse para optimizar las condiciones ambientales en el edificio de confinamiento del ganado. Los ventiladores pueden funcionar a velocidades diferentes para conseguir la ventilación y caudal de aire correctos en el edificio de confinamiento de ganado. En una (1) realización, uno o más de los ventiladores en el sistema de ventilación pueden estar encendidos o apagados o funcionando a la mitad de su velocidad o funcionando a cualquier velocidad desde apagado hasta a toda su velocidad. La capacidad para controlar por separado las velocidades de los ventiladores en el sistema de ventilación permite un mejor control del caudal de aire en el edificio de confinamiento de ganado y evita picos y valles en el caudal de aire. La capacidad para ajustar individualmente las velocidades de los diversos ventiladores del sistema de ventilación permite a un usuario conseguir el flujo de aire deseado en el edificio de confinamiento de ganado al tiempo que maximiza la eficiencia del sistema de ventilación.

La presente invención se refiere a un ventilador para su uso en agricultura que comprende un poste principal, un buje central que tiene un árbol de montaje conectado de manera giratoria a un árbol principal con el árbol principal montado fijamente en el poste principal, un motor BLDC que tiene un rotor y un estator con el estator montado fijamente en el poste principal y el rotor montado fijamente en el árbol de montaje del buje central, una hélice montada fijamente en el árbol de montaje del buje central adyacente al rotor en un lado opuesto al estator, y un sistema de control conectado al motor BLDC para controlar el funcionamiento del motor BLDC. En una (1)

realización, el poste principal está montado en la carcasa de ventilador para el ventilador. En una (1) realización, el motor BLDC es un motor de rotor externo de modo que el rotor gira alrededor de una circunferencia externa del estator. En una (1) realización, el sistema de control está montado en el poste principal en un lado opuesto al motor BLDC y la hélice. En una (1) realización, una tapa disipadora de calor está montada en el poste principal y aloja el sistema de control. En una (1) realización, el sistema de control incluye un primer microprocesador que tiene programas operativos normales para controlar operaciones normales del motor BLDC y un segundo microprocesador que tiene programas personalizados para proporcionar una operación personalizada del motor BLDC. En esta realización, el sistema de control incluye una EEPROM que tiene varios programas personalizados y puentes y en el que los puentes están conectados para seleccionar uno de los programas personalizados de la EEPROM para cargarlo en el segundo microprocesador para controlar el motor BLDC. En una (1) realización, el sistema de control incluye una entrada de tensión variable para introducir una tensión de entre 0 y 10 V CC para controlar una velocidad del motor. En una (1) realización, el sistema de control incluye una entrada de señal lógica para introducir una señal lógica de 120 V CA para controlar el funcionamiento del motor. En una (1) realización, un diámetro de un recorrido de la hélice del ventilador está entre aproximadamente 36 pulgadas (914 mm) y 84 pulgadas (2134 mm). En una (1) realización, el motor BLDC tiene un diámetro de entre 11 pulgadas (279 mm) y 15 pulgadas (381 mm).

Además, la presente invención se refiere a un método para proporcionar un caudal de aire constante en un edificio de confinamiento de ganado que comprende las etapas de proporcionar una pluralidad de ventiladores BLDC en el edificio de confinamiento de ganado, y controlar la velocidad de cada uno de los ventiladores para controlar un caudal de aire de cada ventilador para mantener un caudal de aire constante en el edificio de confinamiento de ganado. En una (1) realización, uno o más de los ventiladores se hacen funcionar a la mitad de su velocidad y uno o más de los ventiladores se hacen funcionar a toda su velocidad. En una (1) realización, uno o más de los ventiladores están apagados y no están funcionando. En una (1) realización, las condiciones ambientales del edificio de confinamiento de ganado varían y la velocidad de cada ventilador se ajusta para adaptarse a las condiciones ambientales del edificio de confinamiento de ganado para mantener el caudal de aire constante en el edificio de confinamiento de ganado. En una (1) realización, cada uno de los ventiladores BLDC incluye un sistema de control que incluye una entrada de tensión variable y, para controlar la velocidad de cada uno de los ventiladores BLDC, se introduce una tensión en CC de entre 0 y 10 V en la entrada de tensión variable de cada sistema de control de cada ventilador para determinar la velocidad de cada ventilador. En una (1) realización, cuando se introducen 10 V CC en la entrada de tensión variable, el ventilador funciona a aproximadamente la mitad de la velocidad máxima del ventilador. En una (1) realización, cuando se introducen 0 V CC en la entrada de tensión variable, el ventilador funciona a aproximadamente la velocidad máxima del ventilador. En una (1) realización, el sistema de control de los ventiladores BLDC incluye una entrada de señal lógica. Para controlar el caudal de aire de cada uno de los ventiladores BLDC, se introduce una señal de 120 V CA en la entrada de señal lógica para que actúe como conmutador para cambiar la velocidad del ventilador de una primera velocidad a una segunda velocidad para controlar el caudal de aire del ventilador BLDC.

Aún adicionalmente, la presente invención se refiere a un procedimiento para maximizar el crecimiento de ganado en un edificio de confinamiento de ganado, que incluye las etapas de proporcionar una pluralidad de ventiladores BLDC en el edificio de confinamiento de ganado, monitorizar las condiciones ambientales en el edificio de confinamiento de ganado, y controlar un caudal de aire en el edificio de confinamiento de ganado para mantener condiciones ambientales predeterminadas controlando la velocidad de cada uno de los ventiladores para mantener un caudal de aire deseado en el edificio de confinamiento de ganado que maximiza el crecimiento de los ganado o los animales. En una (1) realización, la velocidad de cada ventilador se selecciona para controlar la temperatura del edificio de confinamiento de ganado para mantener una temperatura óptima en el edificio de confinamiento de ganado para el crecimiento de ganado o animales. En una (1) realización, se monitoriza la tasa de crecimiento del ganado o los animales y se ajusta la velocidad de cada uno de los ventiladores para maximizar la tasa de crecimiento del ganado o los animales.

Aún adicionalmente, la presente invención se refiere a un sistema de ventilación para un edificio de confinamiento de ganado, que comprende una pluralidad de ventiladores que tienen un motor BLDC y que tienen una hélice con un tamaño de entre aproximadamente 36 pulgadas (914 mm) y 84 pulgadas (2134 mm), y un sistema de control para controlar una velocidad de los ventiladores. En una (1) realización, el sistema de control hace funcionar los ventiladores a la velocidad que proporciona la eficiencia máxima del sistema de ventilación. En una (1) realización, el sistema de control hace funcionar los ventiladores a la velocidad que proporciona un caudal de aire constante independientemente de las condiciones en el edificio de confinamiento de ganado. En una (1) realización, el sistema de control hace funcionar los ventiladores a la velocidad para proporcionar un caudal de aire preestablecido basándose en una fase de crecimiento de ganado en el edificio de confinamiento de ganado para optimizar el crecimiento delganado en el edificio de confinamiento de ganado.

La esencia y las ventajas de la presente invención resultarán cada vez más evidentes con referencia a los dibujos siguientes y la descripción.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en despiece ordenado del ventilador 10 de la presente invención que muestra la hélice 36, la

tapa de rotor 24, el rotor 22, el buje central 38, el estator 14, el sistema de control 40, la tapa disipadora de calor 34 y el poste principal 20 para montar el motor 12 en la carcasa de ventilador 100.

La figura 2 es una vista en despiece ordenado lateral del ventilador 10 de la presente invención.

La figura 2A es una vista desde un extremo del ventilador 10 que muestra la tapa disipadora de calor 34.

La figura 3 es una vista desde arriba del soporte de estator 16 para los conjuntos de pila de laminación única 18 del motor BLDC 12 del ventilador 10.

La figura 4 es una vista en sección transversal a lo largo de la línea 4-4 de la figura 3.

La figura 5 es una vista isométrica del conjunto de pila de laminación única 18 bobinado.

La figura 6 es una vista en perspectiva de la carcasa principal 42 para el motor BLDC 12.

La figura 7 es una vista isométrica del buje de rotor 26 para el motor BLDC 12.

La figura 8 es una vista isométrica del imán 30.

La figura 9 es una vista desde arriba del rotor 22 que muestra el buje de rotor 26, el anillo de flujo 28 y los imanes 30.

La figura 10 es una vista desde arriba de una (1) sección del elemento de retención de laminación 32 para el estator 14.

La figura 11 es una vista lateral derecha a lo largo de la línea 11-11 de la figura 10.

La figura 12 es una vista desde arriba del estator 14 que muestra el soporte de estator 16, los conjuntos de pila de laminación única 18 montados alrededor de la circunferencia del soporte de estator 16 y el elemento de retención de laminación 32 para fijar los conjuntos de pila de laminación única 18 al soporte de estator 16.

La figura 13 es una vista lateral del estator 14 y el soporte de estator 16.

Descripción detallada de la invención

Ventilador 10 para su uso en ventilación en agricultura, tal como para ventilación de edificios de confinamiento de ganado. El ganado puede incluir pollos, vacas, cerdos, etc. El sistema de ventilación para un edificio de confinamiento de ganado puede incluir una pluralidad de ventiladores 10. Los ventiladores 10 pueden funcionar independientemente o juntos como parte del sistema de ventilación para el edificio de confinamiento de ganado. El sistema de ventilación controla el ambiente del edificio de confinamiento de ganado para optimizar el crecimiento del ganado en el edificio de contención de ganado.

El ventilador 10 incluye una hélice 36 y un motor BLDC 12 (figuras 1 y 2). En una (1) realización, el ventilador 10 incluye un poste principal 20 que soporta y ubica el motor 12 y los diversos componentes del ventilador 10 y permite montar el ventilador 10 en una carcasa de ventilador 100. En una (1) realización, el poste principal 20 permite montar fácilmente el ventilador 10 en una carcasa de ventilador existente para sustituir un ventilador existente. El ventilador 10 es un ventilador axial de accionamiento directo con la hélice 36 montada directamente en el motor 12. El uso de un accionamiento directo elimina la necesidad de reparar y sustituir correas, lo que limita el tiempo fuera de servicio del ventilador 10 y reduce el coste de funcionamiento. En una (1) realización, la hélice 36 tiene tres (3) palas. Sin embargo, se entiende que puede usarse cualquier hélice de ventilador bien conocida en la técnica. Se pretende que el ventilador 10 pueda instalarse posteriormente en carcasas de ventilador existentes usadas para ventiladores existentes. En una (1) realización, el ventilador 10 es un ventilador axial de recirculación, admisión o extracción que tiene un diámetro de entre aproximadamente 36 pulgadas (914 mm) y 84 pulgadas (2134 mm). En una (1) realización, los motores BLDC 12 de tamaño similar se usan para todos los ventiladores 10 que tienen un tamaño de entre aproximadamente 36 pulgadas (914 mm) y 84 pulgadas (2134 mm).

El ventilador 10 tiene un buje central 38. El buje central 38 tiene un árbol principal 38A y un árbol de montaje 38B conectado de manera giratoria al árbol principal 38A (figura 2). El árbol principal 38A del buje central 38 está montado fijamente a través del poste principal 20 del ventilador 10. El buje central 38 tiene cojinetes para permitir que el árbol de montaje 38B gire mientras que el árbol principal 38A permanece estacionario. En una (1) realización, el buje central 38 es similar a bujes centrales bien conocidos para su uso en ventiladores de ventilación para uso agrícola. En una (1) realización, la hélice 36 está montada en el árbol de montaje 38A del buje central 38.

El motor BLDC 12 incluye un estator 14 y un rotor 22. En una (1) realización, el motor BLDC 12 es un motor trifásico que tiene 16 polos magnéticos y 24 polos eléctricos. En una (1) realización, el motor BLDC 12 es un motor de rotor externo que tiene el rotor 22 montado fuera de y alrededor del estator 14. El rotor 22 incluye un buje de rotor 26, un anillo de flujo 28 e imanes 30. El rotor 22 está cubierto por una tapa de rotor 24. En una (1) realización, la tapa de rotor 24 está montada en el buje de rotor 26. En una (1) realización, el buje de rotor 26 tiene un anillo externo

conectado a una parte central. Los imanes 30 están montados en la superficie interna del anillo externo del buje de rotor 26 y están distribuidos alrededor de la circunferencia de la superficie interna del anillo externo. En una (1) realización, los imanes 30 están construidos de material cerámico o magnético de neodimio. El buje de rotor 26 está montado en el árbol de montaje 38B del buje central 38. En una (1) realización, la hélice 36 está montada en el buje de rotor 26.

El estator 14 incluye un soporte de estator 16, conjuntos de pila de laminación única 18 montados en el soporte de estator 16 y un elemento de retención de laminación 32 para fijar los conjuntos de pila de laminación única 18 en el soporte de estator 16 (figuras 12 y 13). En una (1) realización, el estator 14 tiene un perfil bajo con conjuntos de pila de laminación 18 en forma de oblea que tienen una altura de entre aproximadamente 1,00 y 2,50 pulgadas (25,4 mm y 63,5 mm). En una (1) realización, los conjuntos de pila de laminación 18 tienen una altura de aproximadamente 1,25 pulgadas (31,75 mm). En una (1) realización, el estator 14 tiene un diámetro externo de entre aproximadamente 10 pulgadas y 14 pulgadas (254 mm y 356 mm). En una (1) realización, el buje de rotor 26 tiene un diámetro interno de entre aproximadamente 11 pulgadas y 15 pulgadas (279 mm y 381 mm). En una (1) realización para un motor BLDC 12 de 13 pulgadas (330 mm), el anillo de flujo 28 del rotor 22 tiene un diámetro interno de 12,5 pulgadas (318 mm) y un diámetro externo de 12,8 pulgadas (326 mm). El estator 14 está montado fijamente en el poste principal 20. Un carcasa principal 42 se proporciona opcionalmente para cubrir el estator 14 (figura 6). En una (1) realización, la carcasa principal 42 está montada en el poste principal 20. En una (1) realización, el rotor 22 está cubierto por la carcasa principal 42 excepto porque el buje de rotor 26 del rotor 22 se extiende ligeramente más allá de la carcasa principal 42 en un sentido opuesto al poste principal 20. La carcasa principal 42 y la tapa de rotor 24 esencialmente encierran completamente el rotor 22 y el estator 14 del motor 12.

Una tapa disipadora de calor 34 está montada en el poste principal 20 del ventilador 10 en el lado de entrada del ventilador 10 opuesto a la hélice 36, el rotor 22 y el estator 14 (figura 2A). En una (1) realización, la tapa disipadora de calor 34 actúa como cubierta para el motor 12 y evita que entren residuos en el motor 12. La forma aerodinámica de la tapa disipadora de calor 34 reduce la interferencia con el aire que fluye por el motor 12. En una (1) realización, está prevista una cubierta aerodinámica 44 sobre el poste principal 20 para reducir la perturbación del flujo de aire provocada por el poste principal 20.

El motor BLDC 12 está controlado por un sistema de control electrónico 40. En una (1) realización, el sistema de control 40 es estructuralmente similar a aquéllos bien conocidos en la técnica para controlar motores BLDC e incluye uno o más microprocesadores, un circuito de rectificación que convierte la tensión de línea de CA entrante a CC y acondiciona la potencia entrante, un módulo IGBT (transistor bipolar de puerta interna) final que es esencialmente un dispositivo de conmutación de estado sólido de baja resistencia, alta velocidad y alta potencia que enciende y apaga las bobinas del motor 12. En una (1) realización, el sistema de control 40 tiene dos (2) microprocesadores. El primer microprocesador incluye la programación operativa normal para controlar operaciones normales del motor 12. El segundo microprocesador permite usar programas personalizados para personalizar el funcionamiento del motor 12. En una (1) realización, el sistema de control 40 tiene una EEPROM que tiene una pluralidad de programas diferentes que cambian el funcionamiento del ventilador 10. En una (1) realización, el sistema de control 40 está dotado de puentes. En una (1) realización, los puentes son cables. La conexión o retirada de puentes en el sistema de control 40 determina qué programa se descargará de la EEPROM en el segundo microprocesador, lo que determina cómo funcionará el ventilador 10. Cada puente corresponde a un programa diferente en la EEPROM. Los puentes permiten a un usuario seleccionar la velocidad fijada del ventilador 10. Los puentes permiten a un usuario cambiar el caballaje máximo y las RPM del ventilador 10 mientras se usa el mismo motor 12. En una (1) realización, el sistema de control 40 para hacer funcionar el ventilador 10 está montado en la carcasa de ventilador 100 del ventilador 10. En otra realización, el sistema de control 40 está montado adyacente al poste principal 20 en la tapa disipadora de calor 34 adyacente a la entrada del ventilador 10. La forma de la tapa disipadora de calor 34 y las aletas de refrigeración en la superficie externa de la tapa disipadora de calor 34 ayudan a mantener el sistema de control electrónico 40 frío.

Controlando electrónicamente el flujo de aire producido por el ventilador 10 o sistema de ventilación que tiene una pluralidad de ventiladores (tal como controlando el flujo de aire de cada ventilador individual o desconectando ventiladores innecesarios), cada ventilador 10 puede usarse de la manera más eficiente basándose en las fases de crecimiento de los ganado en el edificio de confinamiento de ganado. El sistema de control 40 puede diseñarse específicamente para cada edificio de confinamiento de ganado planificando el flujo de aire necesario para cualquier edificio de confinamiento de ganado. El sistema de control 40 puede ajustarse basándose en las diversas fases de crecimiento de los ganado en un edificio de confinamiento de ganado. Algunas de las variables que pueden considerarse a la hora de programar el sistema de control 40 de modo que el ventilador 10 funcione de manera eficiente son la temperatura del edificio, la velocidad del aire en el edificio, el consumo de agua de los ganado, el peso de los ganado y la tasa de suministro de alimento. En una (1) realización, otra variable que se considera a la hora de programar el ventilador 10 es la tasa de ventilación. La tasa de ventilación es el flujo de aire por animal. Por ejemplo, en un gallinero, la tasa de ventilación sería CFM/ave. Otra variable que puede considerarse es la humedad en el edificio.

En una (1) realización, la velocidad del ventilador 10 puede ajustarse sin reconfigurar el sistema de control 40 ni reprogramar el microprocesador del sistema de control 40. En una (1) realización, el sistema de control tiene una entrada de tensión variable y un usuario puede introducir una señal analógica de entre 0-10 V CC en la entrada de

tensión variable. La velocidad del ventilador 10 puede ajustarse continuamente basándose en la amplitud de la señal analógica. En una (1) realización, una entrada de 10 V CC corresponde a una velocidad de aproximadamente la mitad de la velocidad máxima y una entrada de 0 V CC corresponde a una velocidad de aproximadamente la velocidad máxima. En una (1) realización, el sistema de control 40 está preprogramado para hacer funcionar el ventilador 10 en dos (2) modos. El ventilador 10 puede funcionar en un modo de alta eficiencia o en un modo de máximo rendimiento. En el modo de alta eficiencia, la velocidad del ventilador 10 varía y, por tanto, el caudal de aire (CFM) producido por el ventilador 10 varía. Sin embargo, la energía consumida (potencia de entrada, vatios) por el ventilador 10 permanece relativamente constante. En el modo de máximo rendimiento, el caudal de aire permanece esencialmente constante. Sin embargo, el consumo de energía del ventilador 10 varía y, por tanto, el ventilador 10 tiende a ser menor eficiente en el modo de máximo rendimiento. En una (1) realización, la conmutación entre los modos es automática basándose en variables preseleccionadas por el usuario. En otra realización, el usuario selecciona manualmente en qué modo funciona el ventilador 10 tal como accionando un conmutador. En una (1) realización, el sistema de control 40 incluye una entrada de señal lógica y el modo del ventilador 10 puede cambiarse introduciendo una señal en la entrada de señal lógica. En una (1) realización, la señal es una señal "lógica" de 120 V CA. En una (1) realización, la entrada de la señal "lógica" de 120 V CA conmuta el ventilador 10 del modo de máximo rendimiento al modo de alta eficiencia. En una (1) realización, la señal "lógica" de 120 V CA se usa para conmutar el ventilador 10 de pleno caudal de aire a la mitad de su caudal de aire.

En una (1) realización, el ventilador 10 puede funcionar en cuatro (4) modos diferentes. En el primero, el modo de velocidad constante, la hélice 36 gira a una velocidad constante (RPM). El sistema de control 40 mantiene la velocidad de la hélice 36 constante ajustando la potencia del motor 12 basándose en condiciones monitorizadas. El sistema de control 40 recibe realimentación del motor 12 y ajusta el motor 12 para conseguir la velocidad constante. En un segundo modo de flujo de aire constante, el sistema de control 40 ajusta la velocidad de la hélice 36 para conseguir un caudal de aire constante. El sistema de control 40 recibe realimentación del motor 12 y ajusta la velocidad de la hélice 36 para conseguir el caudal de aire predeterminado. Por tanto, a medida que cambia la presión estática en el edificio, la velocidad del ventilador 10 se ajusta automáticamente de modo que el caudal de aire permanece constante. El sistema de control 40 puede usarse también para mantener el ventilador 10 en un tercer modo de par motor constante o un cuarto modo de eficiencia máxima o constante. El sistema de control 40 es un sistema de control sin sensores que recibe realimentación del motor 12 y que no usa ningún sensor de realimentación. El sistema de control 40 es una operación de bucle cerrado. En esta realización, el motor 12 usa FCEM (fuerza contraelectromotriz, *Back EMF*, por sus siglas en inglés) para detectar la posición del rotor 22 del motor 12. La FCEM y la detección de paso por cero se usan para determinar el sentido de rotación del motor 12 y para detectar la velocidad del motor 12.

En una (1) realización, en la que el ventilador 10 forma parte de un sistema de ventilación que tiene una pluralidad de ventiladores 10, cada sistema de control 40 para cada ventilador 10 se programa basándose en los resultados para el sistema de ventilación global. Por ejemplo, para algunas etapas tempranas del crecimiento de ganado en un edificio de confinamiento de ganado, el caudal de aire que se necesita es menor que el caudal de aire máximo que puede proporcionarse mediante el sistema de ventilación. En este caso, los sistemas de control 40 para algunos de los ventiladores 10 desconectarán los ventiladores 10 mientras los sistemas de control 40 para otros ventiladores en el sistema de ventilación continuarán haciendo funcionar los ventiladores 10 a toda su velocidad. En otra realización, para reducir el caudal de aire del sistema de ventilación, los sistemas de control 40 para todos los ventiladores 10 se programan para hacer funcionar algunos o todos los ventiladores 10 a una velocidad reducida. En una (1) realización, hacer funcionar múltiples ventiladores 10 a una velocidad reducida para obtener el caudal de aire deseado es más eficiente que hacer funcionar menos ventiladores 10 a toda su velocidad para obtener el mismo caudal de aire. En una (1) realización, el sistema de ventilación se hace funcionar mediante un sistema de control central que controla cada uno de los sistemas de control 40 para cada uno de los ventiladores individuales 10 del sistema de ventilación. En otra realización, el sistema de control 40 para cada ventilador 10 del sistema de ventilación está preprogramado para proporcionar un caudal de aire establecido en momentos establecidos basándose en las fases de crecimiento del ganado en el edificio de confinamiento de ganado. En una (1) realización, los ventiladores 10 se controlan de manera que las condiciones ambientales en el edificio de confinamiento de ganado permitan la tasa de crecimiento máxima para menos alimento. Por tanto, el sistema de ventilación se usa para optimizar la tasa de conversión de alimento para el ganado en el edificio de confinamiento de ganado. En una (1) realización, la tasa de conversión de alimento se maximiza nivelando la ventilación o el caudal de aire proporcionado por los ventiladores 10 de modo que las condiciones ambientales en el edificio de confinamiento de ganado permanezcan en un estado estable sin cambios drásticos. Las condiciones ambientales se ajustan según sea necesario para proporcionar una tasa de conversión de alimento óptima a lo largo de todo el ciclo de crecimiento del ganado. En una (1) realización, el sistema de control 40 para los ventiladores 10 permite que los ventiladores 10 proporcionen un caudal de aire constante en el edificio de confinamiento de ganado. Los ventiladores 10 del sistema de ventilación funcionan a un intervalo de velocidades apropiado para sistemas de ventilación de ganado. En una (1) realización, el ventilador 10 funciona a una velocidad de menos de 650 RPM. En una (1) realización, el motor 12 proporciona un par motor mayor de 10 ft-lbs. El motor 12 puede funcionar a lo largo de un amplio intervalo de tensiones de suministro. Por tanto, se reducen las dificultades asociadas con hacer funcionar ventiladores en instalaciones que tienen cableado viejo o sistemas de cableado defectuosos. El ventilador 10 con el motor BLDC 12 puede funcionar en una variedad de condiciones ambientales incluyendo temperaturas extremadamente altas y bajas. En una (1) realización, el ventilador 10 puede funcionar en temperaturas ambientales desde

aproximadamente -30ºC hasta 55ºC (de -22ºF a 131ºF).

En una (1) realización, el ventilador 10 usa un arranque suave para reducir efectos de irrupción en la línea de suministro eléctrico debido al arranque de todos los ventiladores 10 en un edificio simultáneamente. El ventilador 10 se pone en funcionamiento progresivamente proporcionando lentamente una tensión de suministro muy baja al motor 12 y aumentando entonces gradualmente la tensión hasta que se obtiene la velocidad de funcionamiento deseada para el ventilador 10. El uso de un arranque suave permite que todos los ventiladores de un sistema de ventilación para un edificio se enciendan simultáneamente sin sobrecargar la línea de suministro eléctrico, lo que permite usar un generador de reserva menos costoso y más pequeño.

En una (1) realización, el sistema de control 40 se programa para girar automáticamente la hélice 36 brevemente en sentido inverso cuando el ventilador 10 está desconectado. Cuando la hélice 36 se hace girar en el sentido inverso, el movimiento de la hélice 36 extrae aire de la entrada del ventilador 10, lo que cierra el regulador de tiro en la salida del ventilador 10 para evitar que el aire acondicionado en el edificio salga del edificio.

Una prueba del ventilador 10 de la presente invención que tiene el motor BLDC 12 en comparación con ventiladores de tamaño similar que usan motores de CA muestra que el ventilador 10 de la presente invención es más eficiente que ventiladores actualmente en uso. La tabla 1 muestra la eficiencia de ventilador del ventilador 10 que tiene un motor BLDC (ventilador 1) en comparación con un ventilador que tiene un motor de CA monofásico convencional de 1 caballo (ventilador 2) cuando la velocidad del ventilador se mantiene constante a una velocidad nominal de 460 rpm para un intervalo de presiones estáticas. Para una presión estática de 0,0 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada con respecto al ventilador 2 del 18,3%. Para una presión estática de 0,05 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada con respecto al ventilador 2 del 18,5%. Para una presión estática de 0,10 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada con respecto al ventilador 2 del 15,2%. Para una presión estática de 0,15 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada con respecto al ventilador 2 del 14,5%. Para una presión estática de 0,20 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada del 8,9% con respecto al ventilador 2.

		VENTILADOR 1			VENTILADOR 2		
Tipo de motor		BLDC			de CA monofásico convencional de 1 CV		
Velocidad nominal del ventilador en RPM		460			460		
Proporción de flujo de aire		0,71			0,75		
Presión estática en pulgadas		Caudal de aire en CFM	Potencia de entrada en vatios	Eficiencia del ventilador en CFM/vatio	Caudal de aire en CFM	Potencia de entrada en vatios	Eficiencia del ventilador en CFM/vatio
	0,0	27.400	919	29,8	27.000	1.072	25,2
	0,05	25.700	957	26,9	25.200	1.110	22,7
	0,10	23.400	994	23,5	23.200	1.140	20,4
	0,15	21.000	1.028	20,5	21.000	1.179	17,9
	0,20	18.200	1.060	17,1	18.800	1.196	15,7

Tabla 1

La tabla 2 muestra la eficiencia de ventilador para un intervalo de presiones estáticas para el ventilador 10 de la presente invención que tiene el motor BLDC (ventilador 1) y para un ventilador que tiene un motor de CA monofásico convencional de 1,5 caballos (ventilador 2) cuando la velocidad del ventilador se mantiene constante a una velocidad nominal de 510 rpm. Para una presión estática de 0,0 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada con respecto al ventilador 2 del 19,1%. Para una presión estática de 0,05 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada con respecto al ventilador 2 del 18,2%. Para una presión estática de 0,10 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada con respecto al ventilador 2 del 15,8%. Para una presión estática de 0,15 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada con respecto al ventilador 2 del 16,6%. Para una presión estática de 0,20 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada del 17,2% con respecto al ventilador 2. La tabla 2 también muestra que el ventilador 1 presentó una proporción de flujo de aire de 0,79 mientras que el ventilador 2 presentó una proporción de flujo de aire de 0,78. La proporción de flujo de aire es la capacidad del ventilador para mantener el caudal de aire a medida que la presión estática aumenta. Cuando más alta sea la proporción de flujo de aire, mejor será la capacidad del ventilador para mantener el caudal de aire a medida que la presión estática aumenta.

		VENTILADOR 1			VENTILADOR 2		
Tipo de motor		BLDC			de CA monofásico convencional de 1,5 CV		
Velocidad nominal del ventilador en RPM		510			510		
Proporción de flujo de aire		0,79			0,78		
Presión estática en pulgadas		Caudal de aire en CFM	Potencia de entrada en vatios	Eficiencia del ventilador en CFM/vatio	Caudal de aire en CFM	Potencia de entrada en vatios	Eficiencia del ventilador en CFM/vatio
	0,0	29.700	1.226	24,3	30.100	1.474	20,4
	0,05	28.300	1.281	22,1	28.500	1.526	18,7
	0,10	26.400	1.333	19,8	26.900	1.579	17,1
	0,15	23.400	1.381	17,6	24.600	1.627	15,1
	0,20	22.300	1.420	15,7	22.300	1.663	13,4

Tabla 2

La tabla 3 muestra la eficiencia de ventilador para un intervalo de presiones estáticas para el ventilador 10 de la presente invención que tiene el motor BLDC (ventilador 1) y un motor de CA monofásico convencional de 1,5 caballos (ventilador 2) cuando la potencia de entrada es esencialmente la misma para ambos ventiladores. Para una presión estática de 0,0 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada con respecto al ventilador 2 del 9,7%. Para una presión estática de 0,05 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada con respecto al ventilador 2 del 11,3%. Para una presión estática de 0,10 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada con respecto al ventilador 2 del 12,6%. Para una presión estática de 0,15 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada con respecto al ventilador 2 del 16,6%. Para una presión estática de 0,20 pulgadas, el ventilador 1 presentó una eficiencia aumentada del 23,0% con respecto al ventilador 2.

		VENTILADOR 1			VENTILADOR 2		
Tipo de motor		BLDC			de CA monofásico convencional de 1,5 CV		
Velocidad nominal del ventilador en RPM		Varias			365		
Proporción de flujo de aire		0,78			0,70		
Presión estática en pulgadas		Caudal de aire en CFM	Potencia de entrada en vatios	Eficiencia del ventilador en CFM/vatio	Caudal de aire en CFM	Potencia de entrada en vatios	Eficiencia del ventilador en CFM/vatio
	0,0	22.600	997	22,7	20.600	995	20,7
	0,05	21.300	1.031	20,7	19.200	1.031	18,6
	0,10	19.900	1.054	18,8	17.700	1.059	16,7
	0,15	18.300	1.084	16,9	15.700	1.082	14,5
	0,20	16.600	1.106	15,0	13.400	1.100	12,2

Tabla 3

La tabla 4 muestra la eficiencia de ventilador del ventilador 10 de la presente invención que tiene un motor BLDC para un intervalo de presiones estáticas cuando el caudal de aire es constante a 22.500 CFM y 25.000 CFM. El ventilador 10 a ambos caudales de aire tiene una proporción de flujo de aire de 1,0. El ventilador 10 puede alcanzar una proporción de flujo de aire de 1,0 o mayor. Ningún otro gran ventilador de ventilación agrícola tiene esta capacidad. Esto significa que el ventilador 10 puede funcionar de tal manera que supera variaciones en la presión estática, dentro de la capacidad del ventilador 10, provocadas por polvo acumulado, entradas de aire del edificio restringidas, paneles de refrigeración, filtros de luz, o condiciones de emplazamiento con viento y mantener un caudal de aire constante.

Caudal de aire en CFM		22.500		25.000	
Tipo de motor		BLDC		BLDC	
Velocidad del ventilador en RPM nominal		Varía		Varía	
Proporción de flujo de aire		1,00		1,00	
Presión estática en pulgadas		Potencia de entrada en vatios	Eficiencia del ventilador en CFM/vatio	Potencia de entrada en vatios	Eficiencia del ventilador en CFM/vatio
	0,0	505	44,6	693	36,1
	0,05	685	32,9	879	28,4
	0,10	891	25,3	1.113	22,4
	0,15	1.137	19,8	1.425	17,5
	0,20	1.395	16,2	1.777	14,1

Tabla 4

La tabla 5 muestra la velocidad del ventilador, la corriente de entrada y la potencia de entrada para el ventilador 10 que producen un caudal de aire de aproximadamente 22.500 CFM para un intervalo de presiones estáticas.

Presión estática en pulgadas	Caudal de aire en CFM	Velocidad del ventilador en RPM	Corriente de entrada en A	Potencia de entrada en vatios
0,00	22.538	380	3,71	505
0,05	22.538	415	4,95	685
0,10	22.506	449	6,29	891
0,15	22.474	482	7,84	1137
0,20	22.538	512	9,45	1395
0,25	22.538	541	11,28	1704
0,30	22.474	563	13,50	2150

Tabla 5

La tabla 6 muestra la velocidad del ventilador, la corriente de entrada y la potencia de entrada para el ventilador 10 que producen un caudal de aire de aproximadamente 25.000 CFM para un intervalo de presiones estáticas.

Presión estática en pulgadas	Caudal de aire en CFM	Velocidad del ventilador en RPM	Corriente de entrada en A	Potencia de entrada en vatios
0,00	24.999	425	4,95	693
0,05	24.999	455	6,13	879
0,10	24.970	487	7,65	1113
0,15	24.970	522	9,52	1425
0,20	24.970	554	11,61	1777

Tabla 6

En la descripción anterior, diversas características de la presente invención están agrupadas en una o más realizaciones con el fin de facilitar la descripción. Este método de descripción no debe interpretarse como que refleja una intención de que la invención reivindicada requiera más características de las indicadas expresamente en cada reivindicación. Más bien, tal como reflejan las siguientes reivindicaciones, los aspectos novedosos residen en menos de todas las características de una única realización dada a conocer anteriormente. Por tanto, las siguientes reivindicaciones se incorporan por la presente como referencia en el presente documento en su totalidad, estableciéndose cada reivindicación por sí misma como una realización separada de la presente invención.

Se pretende que la descripción anterior sea sólo ilustrativa de la presente invención y que la presente invención sólo quede limitada por las reivindicaciones adjuntas a continuación en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Ventilador (10) para su uso en agricultura que comprende:

a) un poste principal (20);

b) un buje central (38) que tiene un árbol de montaje (38B) conectado de manera giratoria a un árbol principal (38A) con el árbol principal (38A) montado fijamente en el poste principal (20);

c) un motor BLDC (12) que tiene un rotor (22) y un estator (14) con el estator (14) montado fijamente en el poste principal (20) y el rotor (22) montado fijamente en el árbol de montaje (38B) del buje central (38);

d) una hélice (36) montada fijamente en el árbol de montaje (38B) del buje central (38) adyacente al rotor (22) en un lado opuesto al estator (14); y

e) un sistema de control (40) conectado al motor BLDC (12) para controlar el funcionamiento del motor BLDC (12).

2. Ventilador (10) según la reivindicación 1, en el que se proporciona una carcasa de ventilador (100) y el poste principal (20) está montado en la carcasa de ventilador (100), en particular en el que el motor BLDC (12) es un motor de rotor externo de manera que el rotor (22) gira alrededor de una circunferencia externa del estator (14).

3. Ventilador (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el sistema de control (40) incluye un primer microprocesador que tiene programas operativos normales para controlar operaciones normales del motor BLDC (12) y un segundo microprocesador que tiene programas personalizados para proporcionar una operación personalizada del motor BLDC (12).

4. Ventilador (10) según la reivindicación 3, en el que el sistema de control (40) incluye una EEPROM que tiene varios programas personalizados y puentes y en el que los puentes están conectados para seleccionar uno de los programas personalizados de la EEPROM para cargarlo en el segundo microprocesador para controlar el motor BLDC (12).

5. Ventilador (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el sistema de control (40) incluye una entrada de tensión variable para introducir una tensión de entre 0 y 10 V CC para controlar la velocidad del motor (12), en particular en el que el sistema de control (40) incluye una entrada de señal lógica para introducir una señal lógica de 120 V CA para controlar el funcionamiento del motor (12).

6. Ventilador (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que un diámetro de un recorrido de la hélice (36) está entre aproximadamente 36 pulgadas (914 mm) y 84 pulgadas (2134 mm) y el motor BLDC (12) tiene un diámetro de entre 11 y 15 pulgadas (279 mm y 381 mm).

7. Ventilador (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el sistema de control (40) está montado en el poste principal (20) en un lado opuesto al motor BLDC (12) y la hélice (36).

8. Ventilador (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que una tapa disipadora de calor (34) está montada en el poste principal (20) y aloja el sistema de control (40).

9. Método para proporcionar un caudal de aire constante en un edificio de confinamiento de ganado que comprende las etapas de:

a) proporcionar una pluralidad de ventiladores BLDC (10) en el edificio de confinamiento de ganado, los ventiladores (10) incluyendo un poste principal (20), un buje central (38) que tiene un árbol de montaje (38A) conectado de manera giratoria a un árbol principal (38A) con el árbol principal (38A) montado fijamente en el poste principal (20), un motor BLDC (12) que tiene un rotor (22) y un estator (14) con el estator (14) montado fijamente en el poste principal (20) y el rotor (22) montado fijamente en el árbol de montaje (38B) del buje central (38), una hélice (36) montada fijamente en el árbol de montaje (38B) del buje central (38) adyacente al rotor (22) en un lado opuesto al estator (14); y un sistema de control (40) conectado al motor BLDC (12) para controlar el funcionamiento del motor BLDC (12); y

b) controlar la velocidad de cada uno de los ventiladores (10) para controlar un caudal de aire de cada ventilador (10) para mantener un caudal de aire constante en el edificio de confinamiento de ganado.

10. Método según la reivindicación 9, en el que además, en la etapa (b), uno o más de los ventiladores (10) se hace funcionar a la mitad de su velocidad y uno o más de los ventiladores (10) se hace funcionar a toda su velocidad, en particular en el que además, en la etapa (b), uno o más de los ventiladores (10) está apagado.

11. Método según la reivindicación 9, en el que las condiciones ambientales del edificio de confinamiento de

ganado varían y en el que además, en la etapa (b), la velocidad de cada ventilador (10) se ajusta para adaptarse a las condiciones ambientales del edificio de confinamiento de ganado mantener el caudal de aire constante en el edificio de confinamiento de ganado.

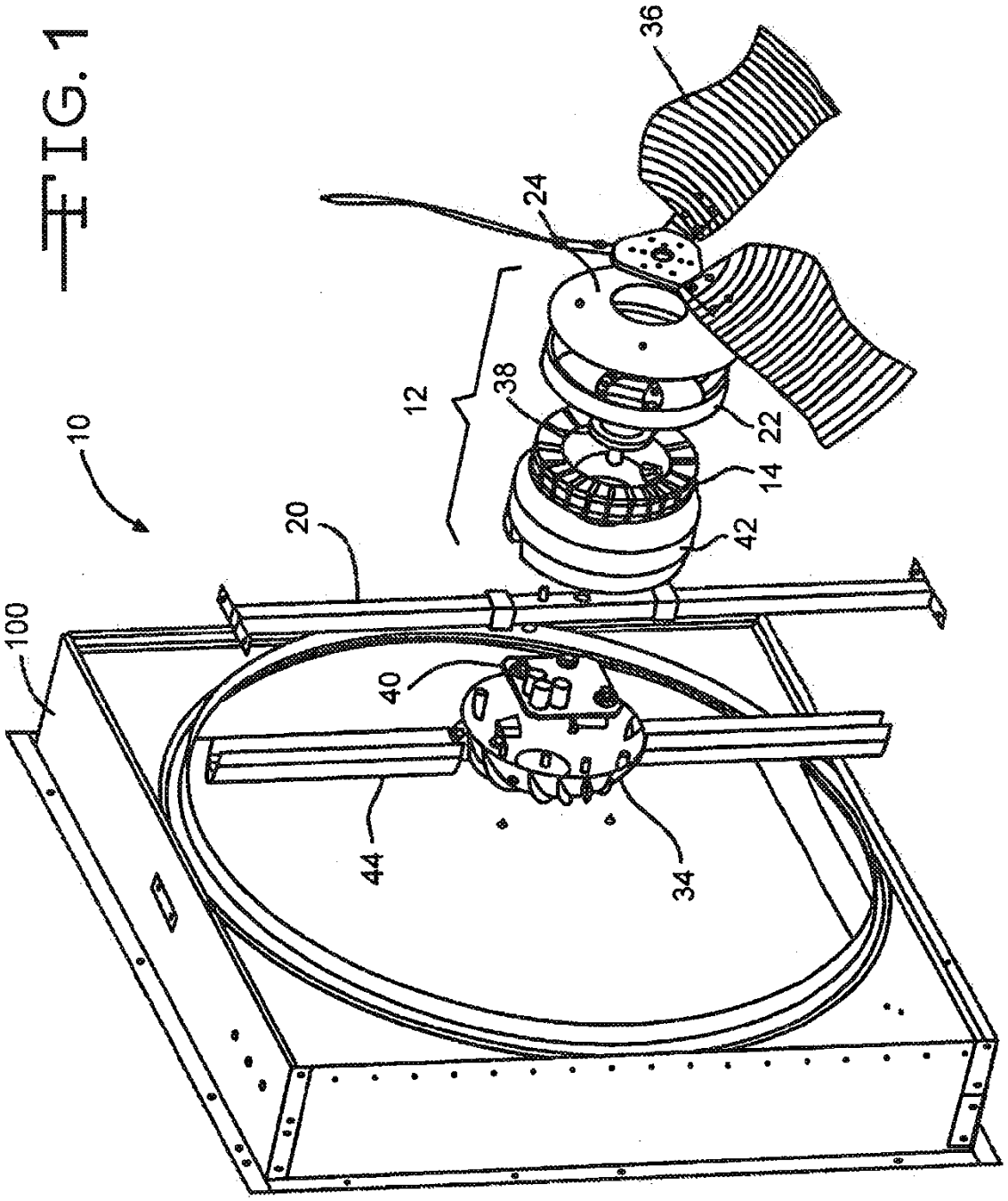
12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que el sistema de control (40) de cada uno de los ventiladores BLDC (10) incluye una entrada de tensión variable, y en el que además, en la etapa (b), para controlar la velocidad de cada uno de los ventiladores BLDC (10), se introduce una tensión en CC de entre 0 y 10 V en la entrada de tensión variable de cada sistema de control (40) de cada ventilador (10) para determinar la velocidad de cada ventilador (10).

13. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que el sistema de control (40) de cada uno de los ventiladores BLDC (10) incluye una entrada de señal lógica, y en el que además, en la etapa (b), para controlar la velocidad de cada uno de los ventiladores BLDC (10), se introduce una señal de 120 V CA en la entrada de señal lógica para que actúe como conmutador para cambiar la velocidad del ventilador (10) de una primera velocidad a una segunda velocidad.

14. Método según la reivindicación 12, en el que además, en la etapa (b), se introducen 10 V CC en la entrada de tensión variable y el ventilador (10) funciona a aproximadamente la mitad de la velocidad máxima para el ventilador (10).

15. Método según la reivindicación 12, en el que además, en la etapa (b), se introducen 0 V CC en la entrada de tensión variable y la velocidad del ventilador (10) es aproximadamente la velocidad máxima del ventilador (10).

FIG. 1



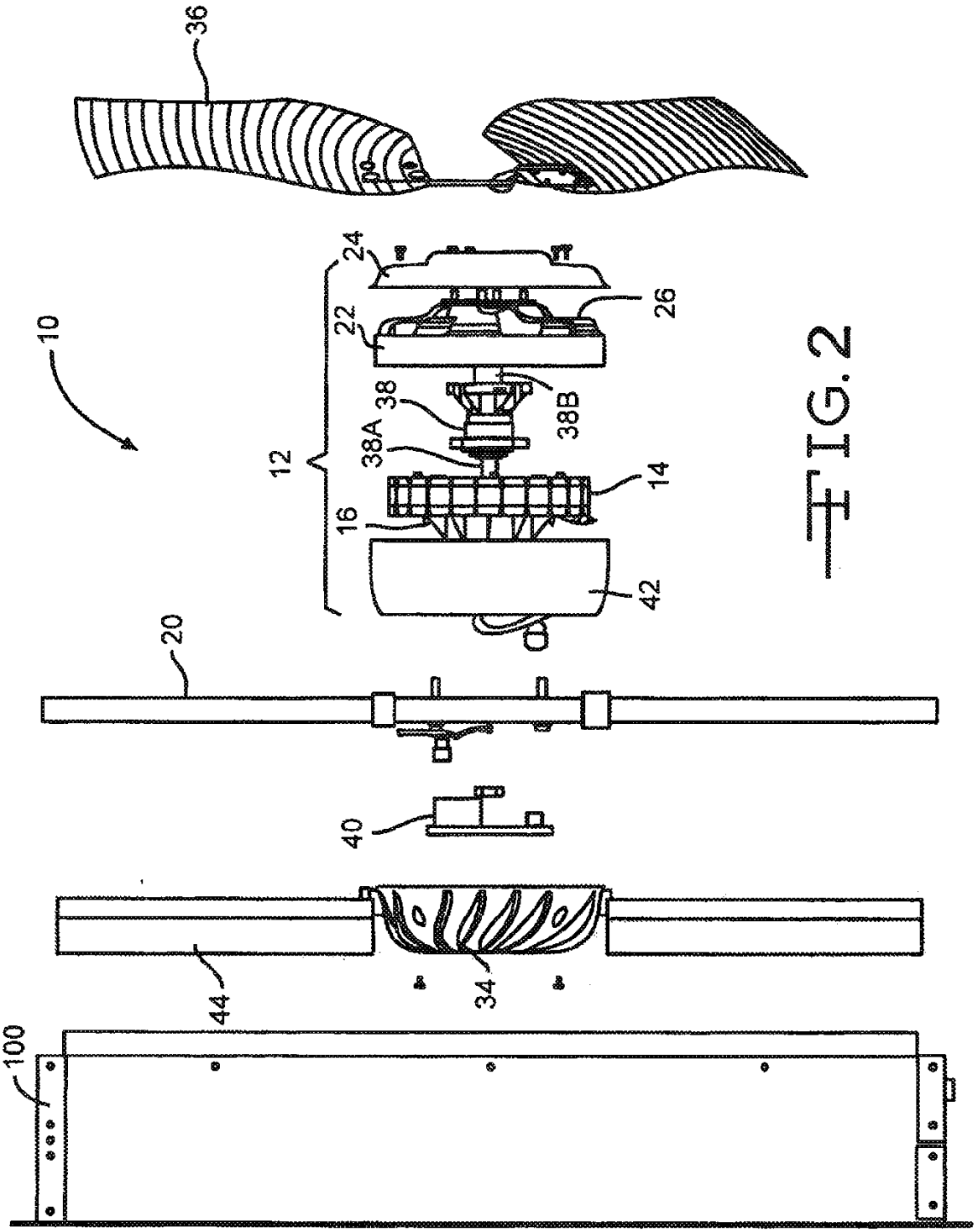
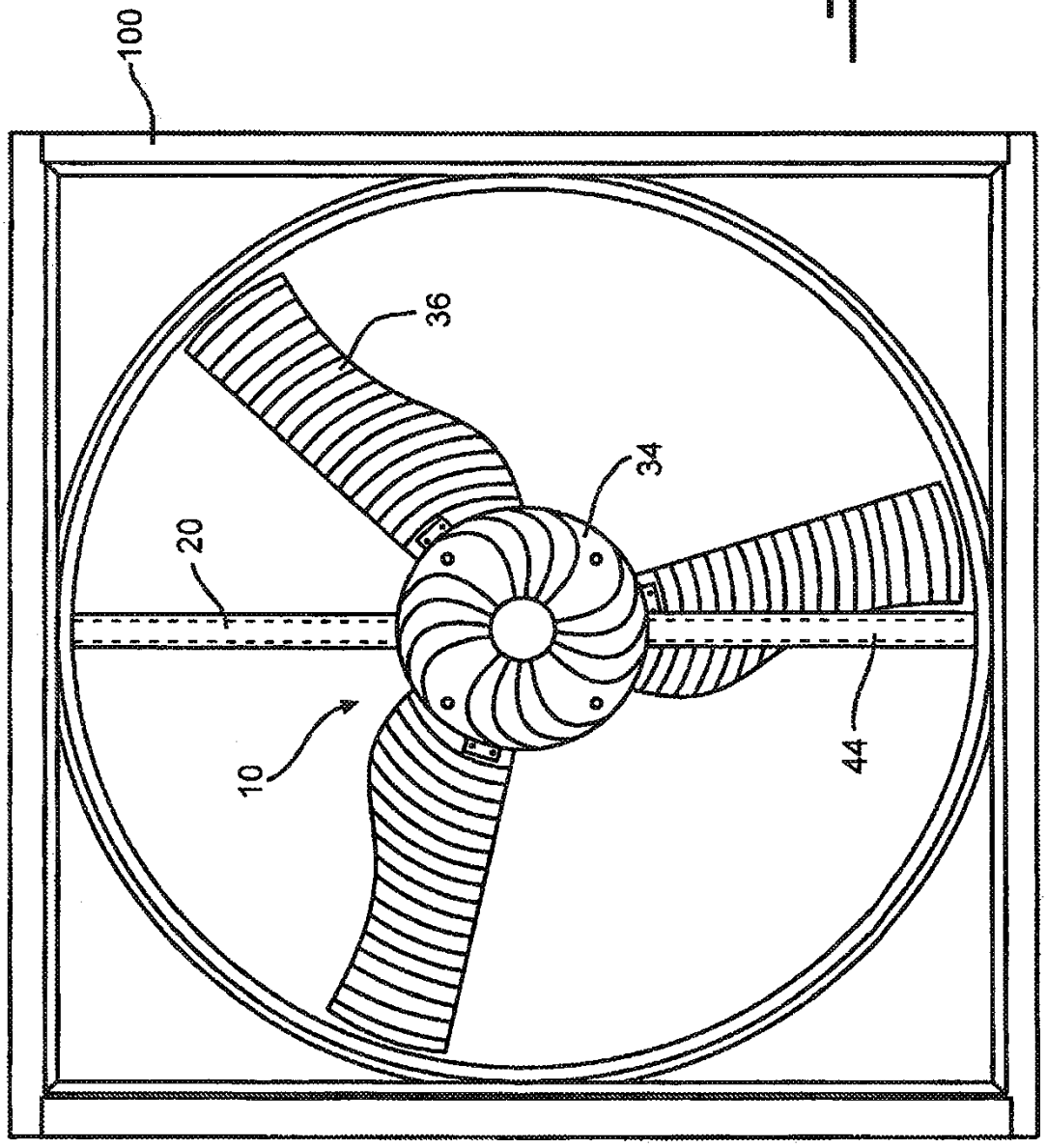


FIG. 2

FIG. 2A



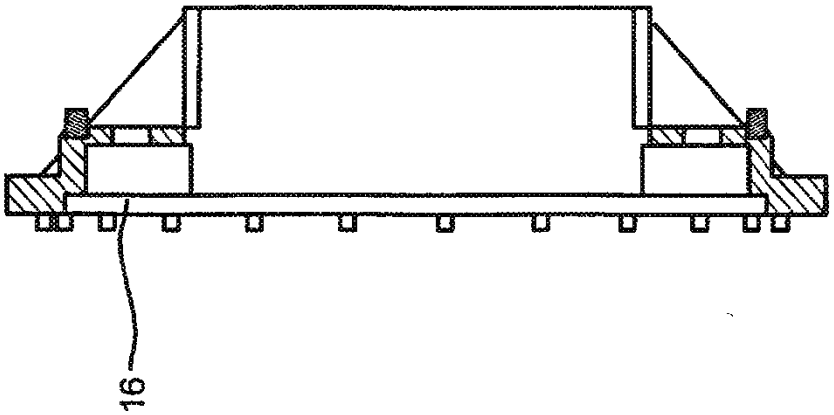


FIG. 4

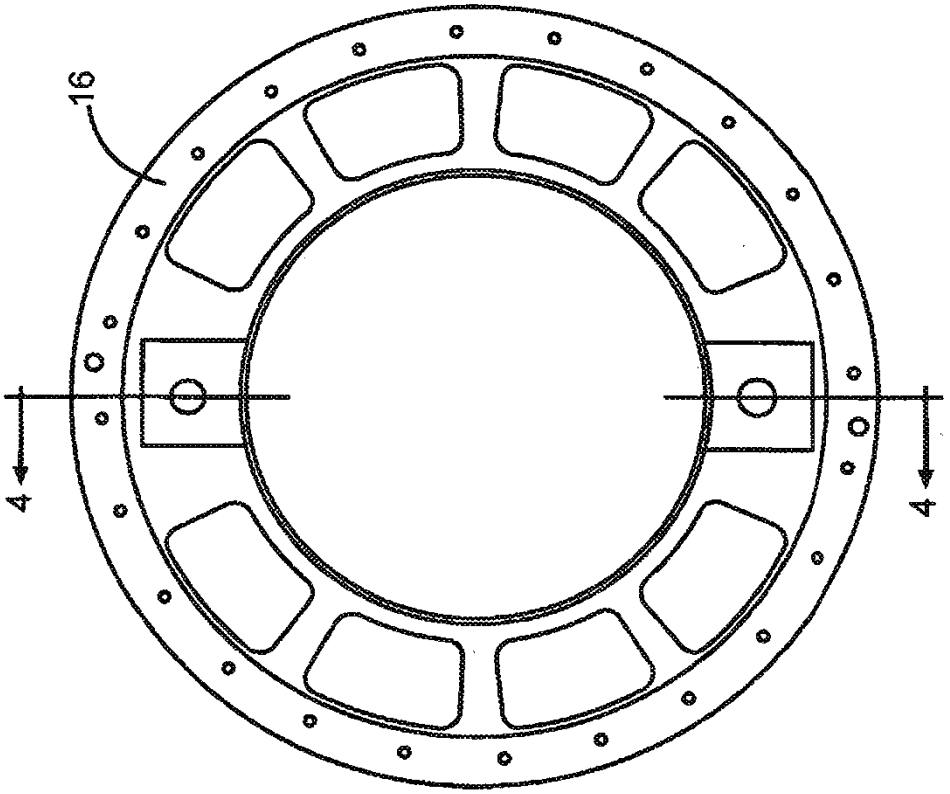


FIG. 3

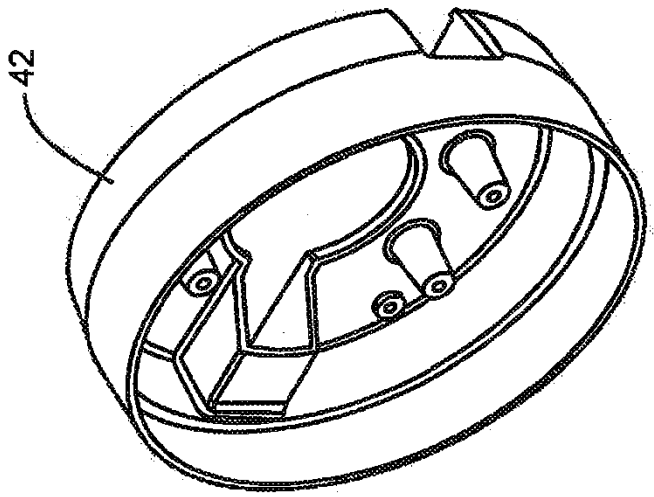


FIG.6

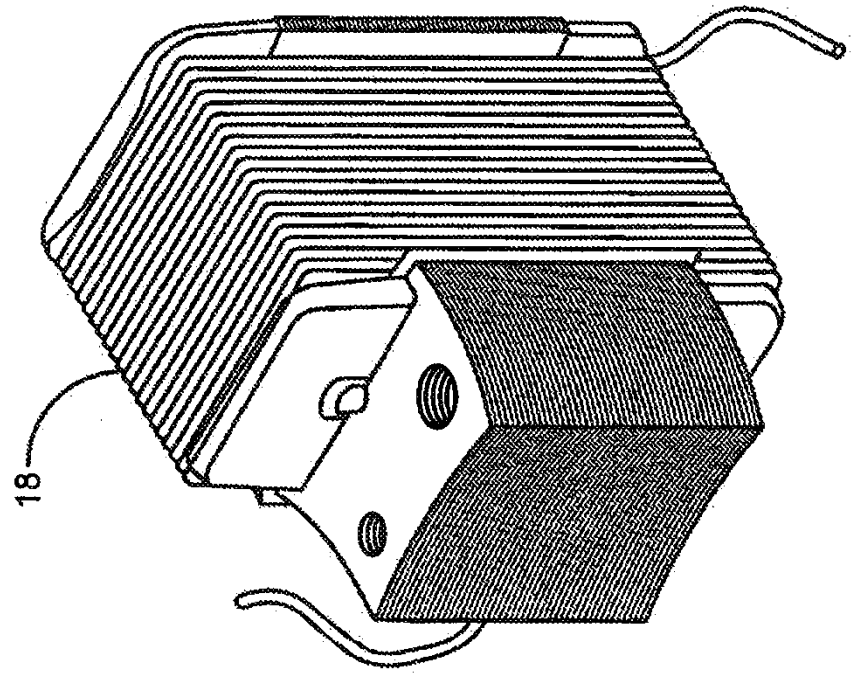


FIG.5

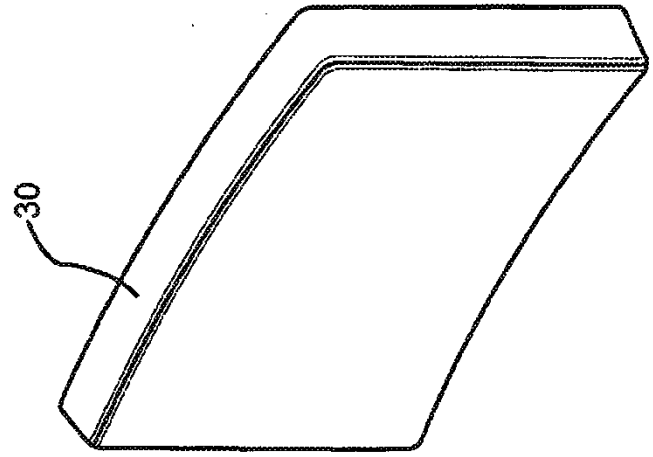


FIG. 8

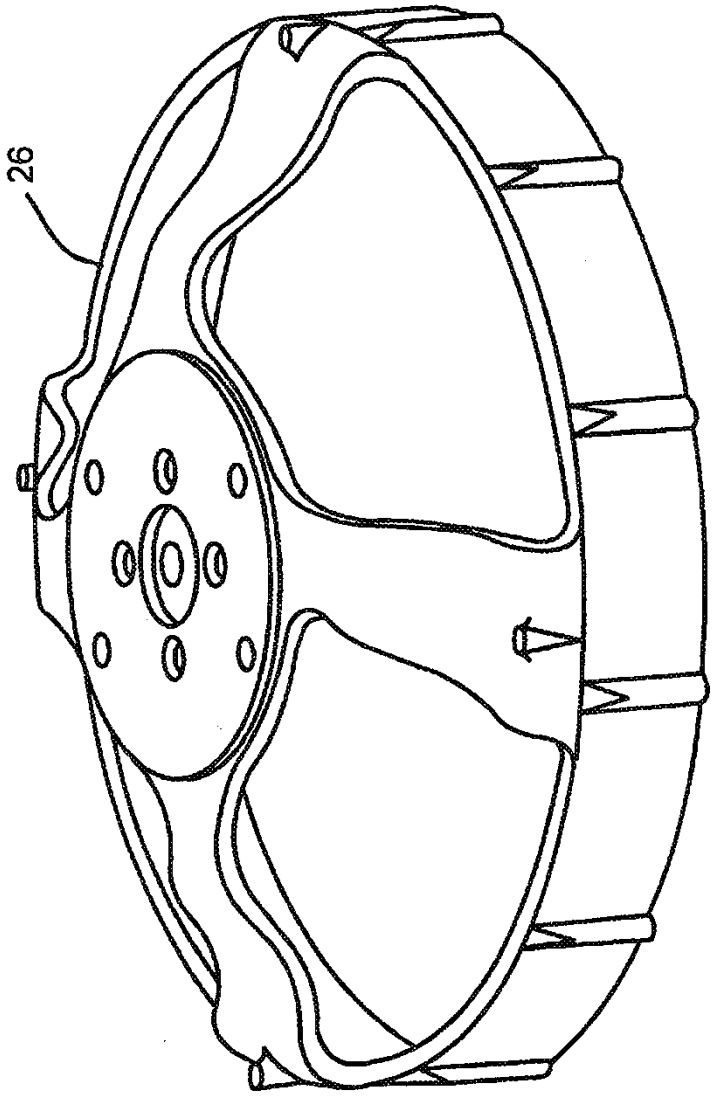


FIG. 7

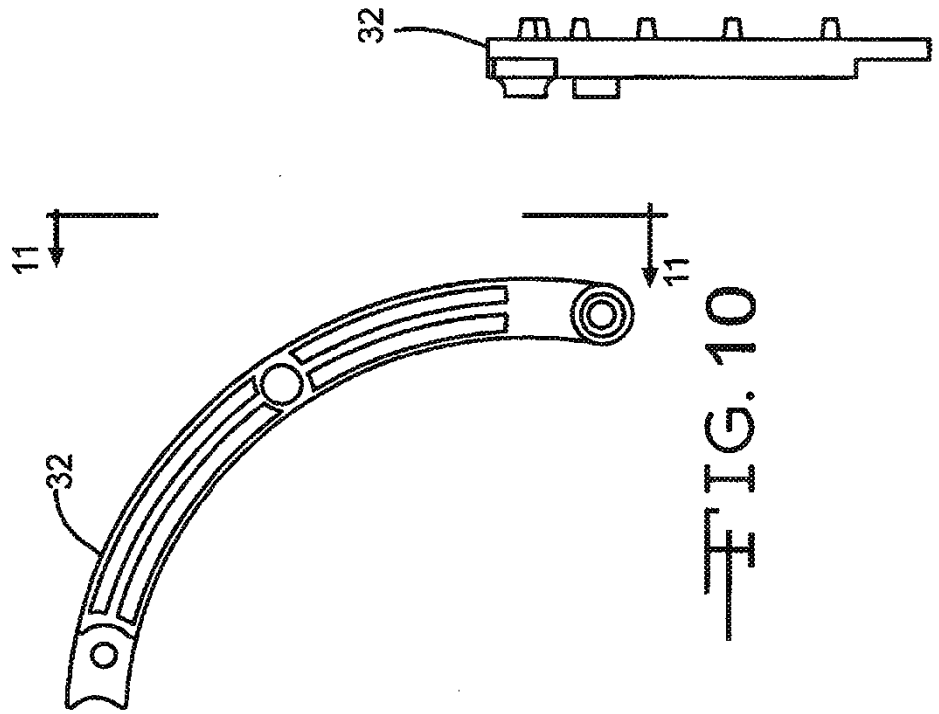


FIG. 10

FIG. 11

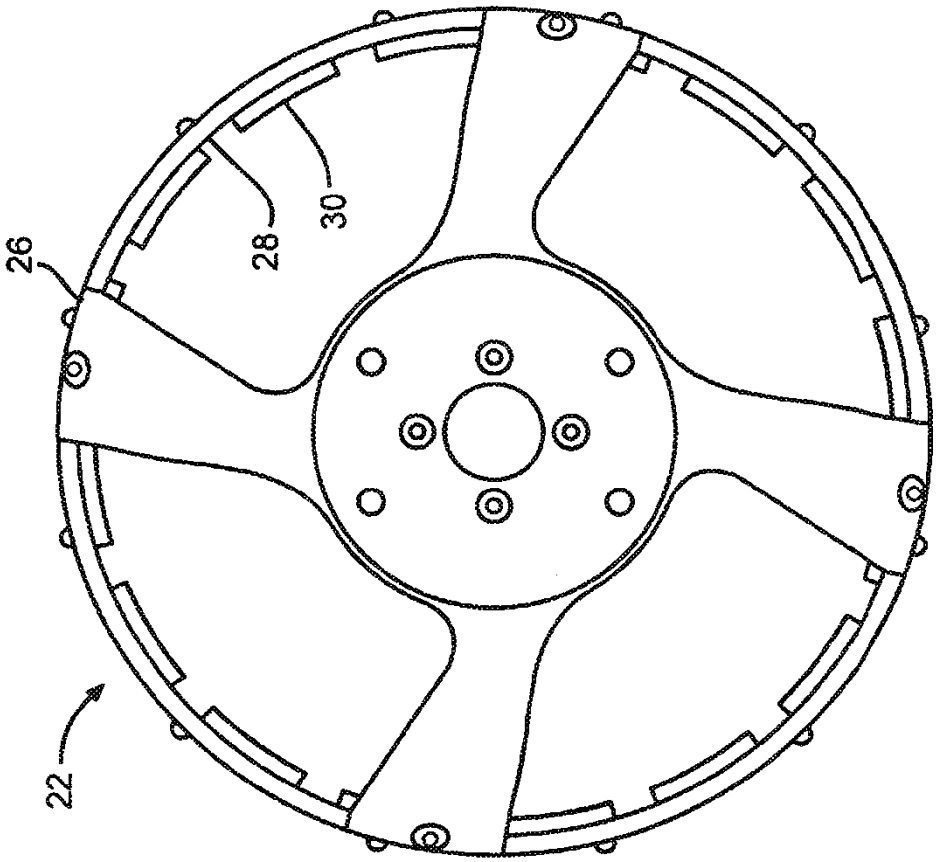


FIG. 9

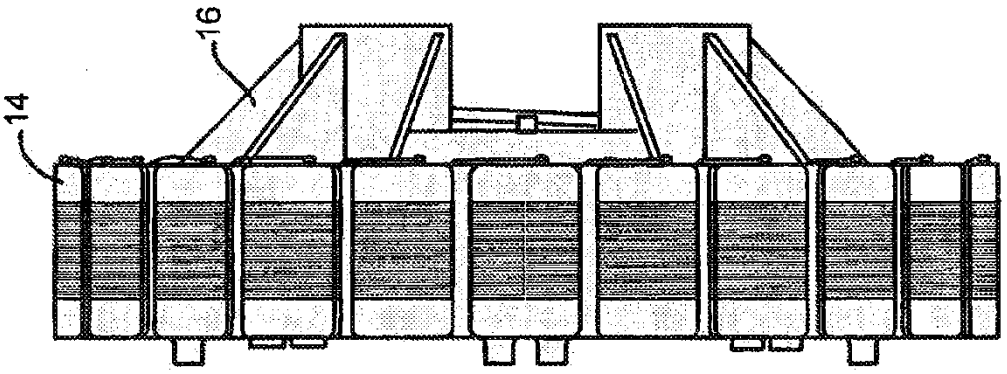


FIG. 13

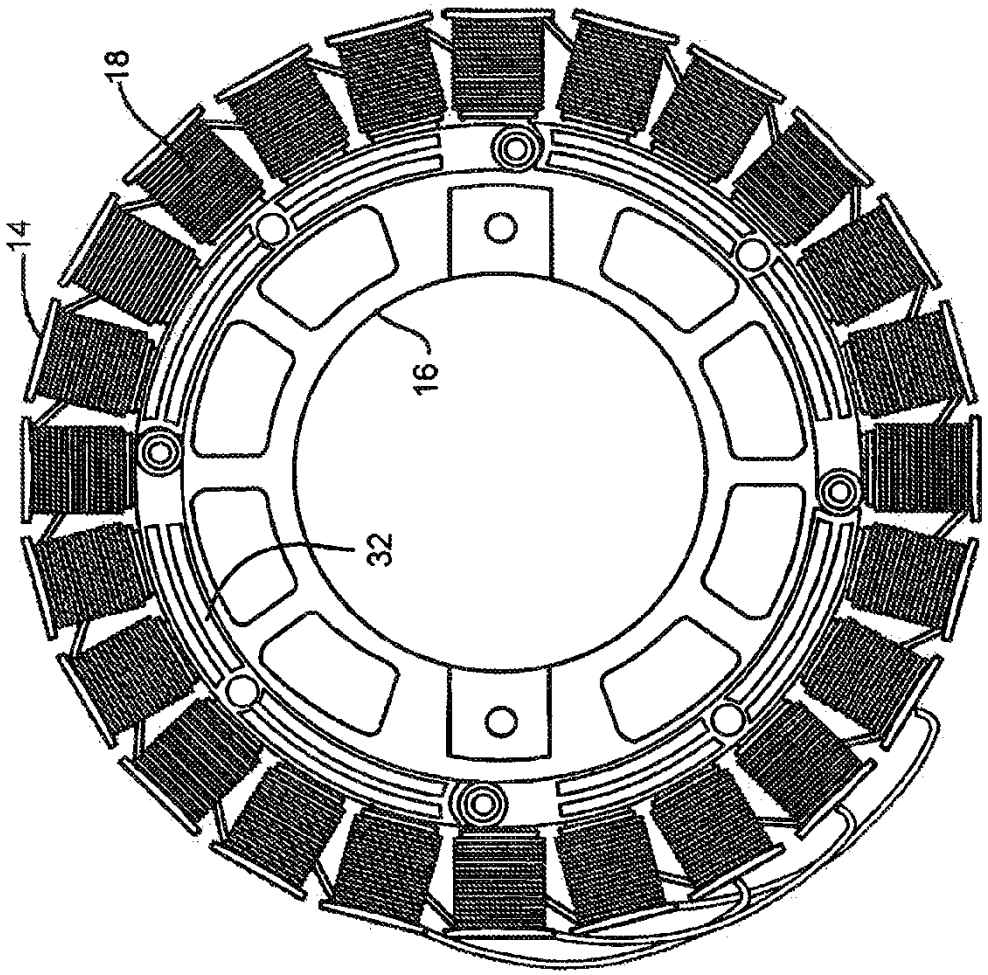


FIG. 12