



TÍTULO DE PATENTE No. 416991

Titular(es): BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA.
Domicilio: 4 Sur No. 104, Col. Centro, 72000, Puebla, MÉXICO
Denominación: ACTUADOR MUSCULAR FACIAL ROBÓTICO.
Clasificación: **CIP:** B25J11/00; B25J9/16; H02N2/10
CPC: B25J11/00; B25J9/16; H02N2/10
Inventor(es): DAVID EDUARDO PINTO AVENDAÑO; HUSAIN MIKHDAD KHAMBATI; JAIDEEP UPADHYAY; DARNES VILARIÑO AYALA

SOLICITUD

Número:
MX/a/2017/005581

Fecha de Presentación:
28 de abril de 2017

Hora:
09:51

Vigencia: Veinte años

Fecha de Vencimiento: 28 de abril de 2037

Fecha de Expedición: 3 de septiembre de 2024

La patente de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2º fracción V, 6º fracción III, y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial.

De conformidad con el artículo 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una vigencia de veinte años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeta al pago de la tarifa para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5º fracción I, 9, 10 y 119 de la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º fracción V, inciso a), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º, 4º, 5º fracción V, inciso a), 16 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; 1º, 3º y 5º fracción I Acuerdo Delegatorio de Facultades del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

El presente documento electrónico ha sido firmado mediante el uso de la firma electrónica avanzada por el servidor público competente, amparada por un certificado digital vigente a la fecha de su elaboración, y es válido de conformidad con lo dispuesto en los artículos 7 y 9 fracción I de la Ley de Firma Electrónica Avanzada y artículo 12 de su Reglamento. Su integridad y autenticidad, se podrá comprobar en www.gob.mx/impi.

Asimismo, se emitió conforme lo previsto por los artículos 1º fracción III; 2º fracción VI; 37, 38 y 39 del Acuerdo por el que se establecen lineamientos en materia de Servicios Electrónicos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

SUBDIRECTORA DIVISIONAL DE EXAMEN DE FONDO DE PATENTES ÁREAS MECÁNICA, ELÉCTRICA Y DE DISEÑOS INDUSTRIALES Y MODELOS DE UTILIDAD

MARINA OLIMPIA CASTRO ALVEAR



Cadena Original:
MARINA OLIMPIA CASTRO ALVEAR|00001000000510738631|SERVICIO DE ADMINISTRACION
TRIBUTARIA|1987|MX/2024/93880|MX/a/2017/005581|Título de patente normal|2072|LCG|Pág(s)
1|SY4K7KZ07q94PTZB/fkNqdDbPdo=

Sello Digital:
AXjnx7IHITOUpWaDhxbOOTE1YCx7a2YjxHG65Wb9UinfR87CqvZ7txaL3N4JZwEkLmYwn85dhZL8DUXQX3Mlcz0Qf
9eCpNa4Fsqid1VbetrZQJPpsJXbfLOjsoeU5sA2Fpl/Gbo2mk44pNCKQpFXHEaEOmbE2CVIUwmuGNm5+N/lww2+reY
wbGC0GddJa8RxJhpr5Lee7RiO7bo1az9/ZjmC6zgPJ02M0fVIOhzU8B9k7q5dAZqxOTNloAqZp9+WPmcyymmTS64E
46x/6wo85nnvKilipeYIHTKgyCWIHdNlywFr31jftvGqc4Q+VaiH55uKwK/t0eGsRD+aZgQ==



MX/2024/93880



ACTUADOR MUSCULAR FACIAL ROBÓTICO

Campo de la invención

La presente invención pertenece al campo técnico de actuadores en aplicaciones robóticas. Particularmente, pertenece al campo técnico de actuadores de músculo facial.

Estado de la técnica

En la implementación de un robot modular, es necesario tener una cara para que parezca una figura humana. Con el fin de expresar un cierto grado de expresión a través de la cara, es posible mover los ojos, los párpados, los labios en la cara y asentir con la cabeza.

Sin embargo, en el robot modular convencional, sólo se mueve una parte de la porción de cara y la configuración para esto también es muy complicada y la fiabilidad de funcionamiento es deficiente. Particularmente, la fiabilidad de funcionamiento de la porción de cara no se asegura porque el número de componentes aumenta cuando se emplea una fuente de accionamiento capaz de un control preciso de la operación y, en consecuencia, se requieren componentes adicionales.

Por lo tanto, en el robot modular convencional, sólo se puede mover una parte de la porción de cara y no puede realizarse un control de desplazamiento detallado en la operación de la parte de cara, de manera que se deteriora una variedad de expresiones faciales del robot modular.

En este sentido se han desarrollado múltiples actuadores faciales para robot. Por ejemplo la solicitud de patente KR20150103610 describe un dispositivo de estructura facial con 5 grados de libertad que utiliza un actuador modular. Dicho dispositivo consiste de dos bastidores. El segundo bastidor está instalado en la parte superior del primer bastidor. El segundo bastidor se hace girar en un lado del primer bastidor de manera que los ojos y los párpados instalados en el segundo bastidor puedan doblarse a la parte inferior del lado frontal. El primer bastidor tiene una segunda pieza de accionamiento de bastidor para girar relativamente el segundo bastidor con respecto al primer bastidor. Además, en el primer bastidor se instala una parte de accionamiento de los labios para accionar un labio inferior que se mueve

relativamente con respecto a un labio superior. Los ojos y los párpados están instalados en el segundo marco y son accionados por piezas de accionamiento de ojos y partes de accionamiento de párpados que tienen un actuador modular.

Por otro lado, la solicitud de patente KR20150071198 describe una cara de robot capaz de fijar y separar una piel exterior. Dicha cara consiste de: i) una estructura de cara de la cual una parte de mordaza está diseñada para moverse hacia arriba y hacia abajo por un actuador de junta de mordaza, ii) un módulo de cejas instalado en una superficie lateral exterior de la estructura de cara y accionado por un actuador de cejas; iii) una piel exterior a montar sobre la estructura de la cara, en la que la piel exterior está diseñada para cubrir la estructura de la cara desde una dirección delantera a la dirección trasera.

Adicionalmente, la solicitud de patente TW200937478 describe un actuador electromagnético bio-mímico facial para robot inteligente, que incluye: i) al menos una tira bimetálica que está formada en una tira larga y está hecha de dos materiales de aleación, ii) al menos un calentador conectado a la tira bimetálica, y una primera señal de corriente fluye a través del calentador, iii) un circuito de control para emitir la primera señal de corriente. La tira bimetálica se utiliza como ceja y el circuito de control se utiliza para controlar el calentador para generar calor para controlar la curvatura de la correa bimetálica para formar las variaciones de la forma de ceja en la cara.

Asimismo, el nanomúsculo NM70 (<http://www.imagesco.com/nitinol/files/NM70Super.pdf>) es un actuador lineal que se contrae cuando es activado. Este necesita un resort externo para regresarlo a su posición original. El NM706-Nitinol proporciona un alambre actuador de 0.4054 cm de contracción con una fuerza de salida de 0.55 Newton y tiene un grado de libertad. El diseño de este actuador lo hace bastante difícil de reparar.

En este sentido, existen una continuidad necesidad de actuadores faciales. Por ello, la presente invención proporciona un actuador de músculo facial aplicable a robot. En comparación con aquellos actuadores del estado de la técnica, el actuador de la presente invención tiene una fuerza de salida de 1 Newton y un contracción de una longitud de 0.8 cm, y tiene dos grados de libertad (movimiento lineal y flexión), y los

grados de libertad pueden incrementarse cambiando la posición de los cables de flexinol. Este diseño lo hace muy fácil de reparar y a muy bajo costo. El diseño delgado también le permite fácilmente colocarlo en la piel sintética de un robot.

5 El diseño del dispositivo de accionamiento es muy flexible y se puede doblar en muchas direcciones, dependiendo de la colocación de los cables Flexinol. El diseño de todo el músculo y el tipo de actuadores utilizados hace que sea muy fiable de usar y poco susceptible al fracaso. Tiene 1 millón de ciclos de accionamiento y puede ser embebido muy fácilmente en la piel artificial de un robot, tal y como un músculo humano se une a la piel. También puede ser reparado muy fácilmente y es muy
10 rentable. El actuador también tiene un tiempo de reacción muy rápida y puede cambiar muy rápidamente entre estados de encendido (ON) y apagado (OFF).

En comparación con el estado de la técnica, este sistema de actuación muscular puede ser empotrado fácilmente en la parte trasera de una piel artificial, tal y como los músculos humanos se encuentran en el rostro. El dispositivo puede proporcionar
15 tanto movimientos lineales como de flexión de manera simultánea. El desplazamiento lineal y el desplazamiento de flexión son proporcionales a cada uno, de tal manera que imitan los movimientos reales de un músculo facial humano. Este músculo actuador no requiere de programación compleja y puede ser reemplazado fácilmente si algo sale mal. Este dispositivo ocupa muy poco espacio dejando más espacio
20 dentro del cráneo artificial del robot para ser utilizado para otros propósitos. Este tampoco daña la piel debido a que se encuentra completamente empotrado dentro de la misma piel y no requiere de cables para jalar la piel con la finalidad de replicar las expresiones faciales humanas. Se puede construir de una manera muy barata y es altamente confiable con un ciclo de actuación de hasta un millón de veces.

25 **Breve descripción de las figuras**

La figura 1 es una vista aérea (A), trasera (B), del actuador para músculo facial, en donde (1) es la placa delgada de plástico, (2) es un resorte, (3) es un tornillo, (3a) es la cabeza del tornillo, (3b) es el cuerpo del tornillo, (4) es la arandela superior, (5) es la tuerca superior, (6) es la tuerca inferior, (7) es arandela inferior, (8) son cables de
30 Flexinol, y (9) es el soporte metálico. (C) es una vista isométrica del sistema de unión entre tuercas, arandelas, tornillos, y cables de Flexinol.

Mejor método de llevar a cabo la invención

El diseño de este actuador ayuda a imitar los movimientos de un músculo facial humano de una manera muy parecida. El diseño aprovecha las propiedades de alambres de Flexinol (una aleación con memoria de la forma, nitinol) para inducir
5 movimientos en el actuador muscular a medida que los cables de Flexinol se contraen cuando se calientan. El diseño del actuador le permite experimentar movimientos lineales y de flexión al mismo tiempo, mientras se contrae el alambre de flexinol.

La presente invención consiste de un actuador de músculo facial para robot, que
10 comprende: i) una placa delgada de plástico (1) que tiene insertados por su cara reversa y en sus extremos superiores e inferiores dos conjuntos de tuercas (5) y tornillos (3a y 3b), cuyos conjuntos de tuercas y tornillos superiores interactúan entre si por medio de un soporte metálico (9), y donde los conjuntos de tuercas/tornillos superiores e inferiores está unidos por medio de cables flexinol; y ii) un resorte (2)
15 que se une, de forma aislada eléctricamente a través de espuma, a la placa metálica por su cara adversa; en donde la función de la placa de plástico es proporcionar la estructura al actuador muscular y curvatura adecuada, mientras se haga la flexión; en donde la función de los cuatro conjuntos de tuercas y tornillos de metal es sostener a los cables de flexinol (8) en su lugar y actuar como un medio de
20 circulación de corriente en los cables; en donde la función de los cables de flexinol es lograr contracción a través de la inducción de calor por medio de una señal eléctrica de corriente y voltaje apropiado.

El músculo actuador esta compuesto de una placa delgada de plástico (1, figura 1) y un resorte (2, figura 1) que está estrechamente unido a la misma, lo que se utiliza
25 para llevar al músculo actuador de nuevo a su forma original después de que la fuente de calor se retira del alambre de Flexinol. Una señal eléctrica de corriente y voltaje apropiado se hace pasar a través del alambre de Flexinol, lo que induce calor en los cables y por lo tanto hace que se contraigan los cables de Flexinol.

El propósito de la placa de plástico es la de proporcionar la estructura al actuador
30 muscular y para proporcionar la curvatura adecuada, mientras se haga la flexión. Cuatro conjuntos de tuercas (5, figura 1C) y tornillos (3a y 3b, figura 1C) se

insertaron en los cuatro lados de la placa de plástico. El propósito de los cuatro conjuntos de tuercas y tornillos de metal es sostener a los cables de Flexinol (8, figura 1B-1C) en su lugar y para actuar también como un medio de circulación de corriente en los cables, en donde un soporte metálico (9) interactúa con las tuercas superiores (5). Los cables de Flexinol se enrollan entre las tuercas (5-6, figura 1C) y los tornillos (3a-3b, figura 1C) en cada lado de la placa de plástico (1, figura 1). El resorte (2, figura 1A) está aislado del conjunto de las tuercas y tornillos, así como de los cables de Flexinol para evitar que la corriente fluya a través del resorte, lo que cambiaría la ruta de la corriente, evitando que los cables de Flexinol se calienten y se contraigan. Este aislamiento se consigue manteniendo los alambres de Flexinol en la parte inferior de la placa de plástico (figura 1B), e instalando un aislamiento de espuma en la parte del conjunto del tornillo y de la tuerca, los que podrían entrar en contacto con el resorte.

El resorte (2, figura 1A) unido a la parte superior de la placa de plástico se dobla junto con la placa de plástico, logrando así una expansión del mismo. Esta expansión en el resorte resulta en la generación de una fuerza de contracción en el mismo, y por lo tanto, cuando el músculo actuador es apagado, el resorte tira hacia atrás al actuador para dejarlo en su forma original.

La fuerza ejercida por el resorte y la fuerza ejercida por el cable de Flexinol actúan en dirección opuesta, y la cantidad de flexión se puede controlar variando la fuerza ejercida por el cable de Flexinol, y por lo tanto, diferentes cantidades de flexión pueden lograrse en diferentes puntos de equilibrio entre la fuerza ejercida por el resorte y el cable de Flexinol. La fuerza ejercida por el cable de Flexinol se puede ajustar mediante la variación de la cantidad de corriente suministrada a la misma. La cantidad de corriente suministrada al cable de Flexinol es directamente proporcional al calor inducido en el cable, lo que es directamente proporcional a la cantidad de fuerza ejercida por el cable (corriente proporcional al calor proporcional a la fuerza). La magnitud de la corriente puede ser controlada mediante la aplicación de una señal PWM (modulación de ancho de pulso) con un ciclo apropiado, el cual puede ser generado utilizando un temporizador 555 o un microcontrolador.

La fuerza ejercida por el cable de Flexinol dobla la placa de plástico, lo cual imita el movimiento de un músculo. Los dos bordes en ambos lados de la placa de plástico también experimentan una pequeña cantidad de desplazamiento lineal con respecto al punto central del músculo en el plano horizontal. Ambos movimientos (lineal y de flexión) constituyen los movimientos experimentados por el músculo en un ciclo de accionamiento. Se utilizan dos alambres de Flexinol en ambos lados para proporcionar más fuerza y que la contracción sea simétrica en ambos lados de la placa de plástico.

Un músculo de longitud de 7.6 cm y un alambre de Flexinol de longitud de 6.4 cm causan una flexión cuyo ángulo es de aproximadamente 15-20 grados, y un desplazamiento lineal de aproximadamente 4 mm desde ambos extremos con respecto al centro; y el resorte proporciona una fuerza de contracción de alrededor de 1 Newton en el ángulo de flexión mencionado anteriormente. Un alambre de Flexinol de 0.1016 mm tiene un tiempo de contracción de 1 seg y un tiempo de relajación de 0,4 segundos, y puede producir una fuerza de 180 gramos a una temperatura de 90° Celsius siguientes. El cable Flexinol de diferentes especificaciones también se puede utilizar para lograr diferentes tiempos de reacción y ángulos de flexión.

Este actuador muscular puede replicar con éxito la expresión facial asociada con una sonrisa humana, el músculo está incrustado dentro de la piel artificial de un robot y se coloca entre el ojo y los labios. Las aletas curvadas a ambos lados del músculo ayudan a apoyar la piel de una manera mucho mejor. Cuando se acciona el desplazamiento lineal del músculo hace que los labios se estiren y las mejillas se hinchen como lo hacen los humanos cuando sonríen.

El diseño del músculo le permite ser configurado para funcionar como diferentes músculos en una ubicación diferente de la cara, y también variar el tamaño del músculo de acuerdo con las necesidades del usuario, sin perjudicar la funcionalidad principal del músculo. La placa de plástico en el músculo puede mantenerse plana como su forma natural o se puede mantener doblada como su forma natural, manteniendo la longitud del alambre de Flexinol igual o menor que la distancia entre los dos conjuntos de tuercas y tornillos en ambos lados de la pieza redonda. El

actuador muscular puede hacerse muy delgado mediante el uso de tuercas y tornillos de longitudes más pequeñas. Un cable típico de Flexinol comprime 5% -7% de su longitud original. La cantidad de flexión depende de la longitud de la placa de plástico, la longitud y el diámetro del alambre de Flexinol utilizado. Las dimensiones musculares son altamente configurables de acuerdo con las necesidades de los usuarios y no perjudican la funcionalidad del actuador muscular.

10

15

20

25

30

REIVINDICACIONES

1. Un actuador de músculo facial para robot, caracterizado porque comprende una placa delgada de plástico (1) que proporciona estructura y curvatura adecuada al actuador muscular mientras se realiza la flexión, la cual contiene en su cara posterior (B) cuatro conjuntos de tuercas (5) y tornillos (3a y 3b) insertados en los cuatro lados de la placa de plástico, donde los cuatro conjuntos de tuercas (5) y tornillos (3a y 3b) de metal sostienen dos cables de flexinol (8) que actúan como medio de circulación de corriente eléctrica; en donde un resorte (2) que permite la flexión de la placa delgada de plástico (1) esta ubicado en la cara anterior (A) de la placa delgada de plástico (1) aislado a través de espuma del conjunto de las tuercas (5), tornillos (3a y 3b), y cables de flexinol (8) para evitar el flujo de corriente a través del resorte (2).

15

20

25

30

RESUMEN

La presente invención describe un músculo actuador compuesto de una placa delgada de plástico y un resorte que está estrechamente unido a la misma, el cual se utiliza para llevar al músculo actuador de nuevo a su forma original después de que
5 la fuente de calor se retira del alambre de Flexinol. Una señal eléctrica de corriente y voltaje apropiado se hace pasar a través del alambre de Flexinol, lo que induce calor en los cables y por lo tanto hace que se contraigan los cables de Flexinol.

10

15

20

25

30

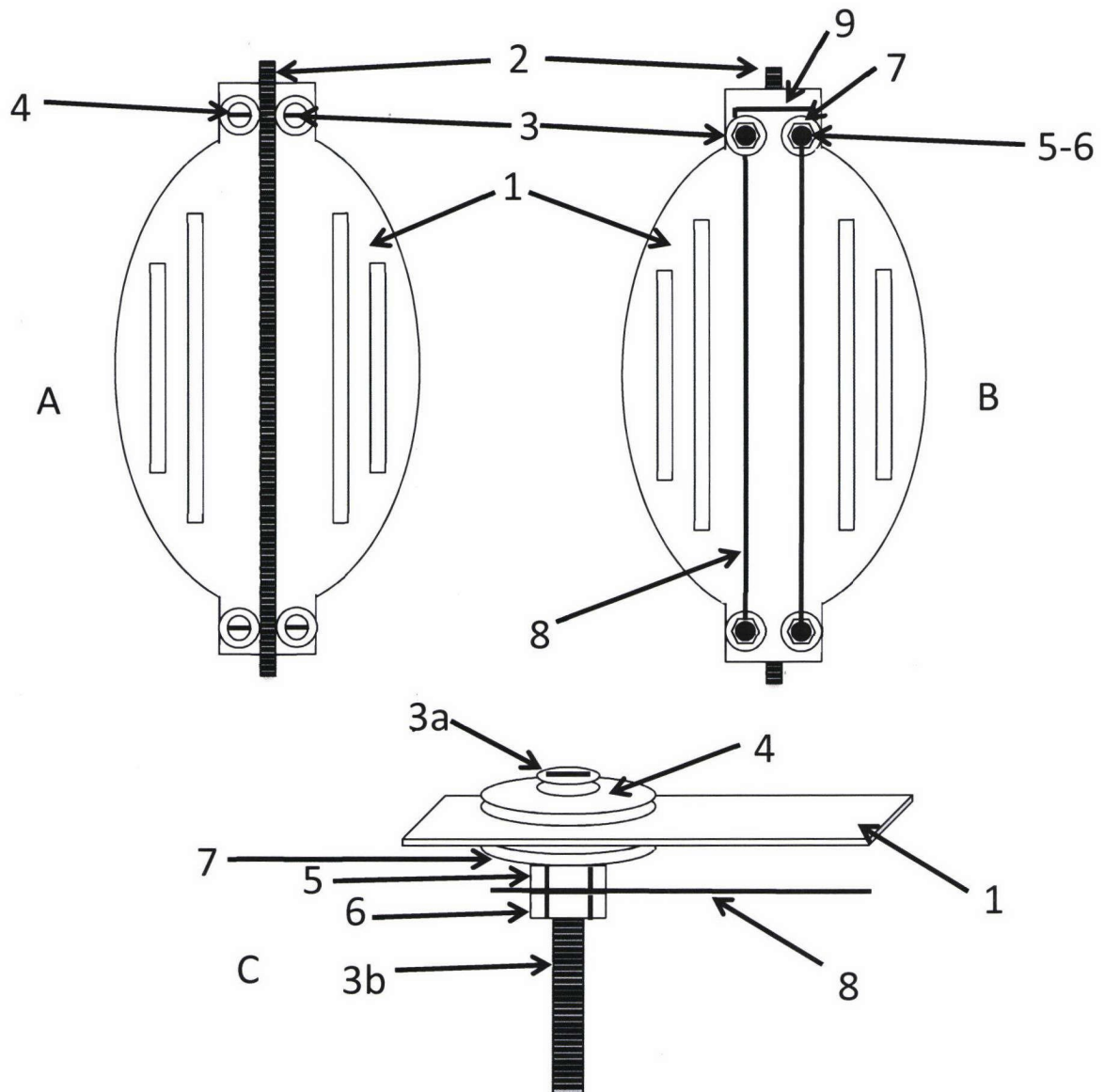


Figura 1