

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 095**

51 Int. Cl.:

**B24B 1/00** (2006.01)

**B24B 9/14** (2006.01)

**B24B 49/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2012 E 12759792 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016 EP 2760631**

54 Título: **Procedimiento de rebordado de una lente oftálmica**

30 Prioridad:

**26.09.2011 FR 1102911**

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

**31.03.2016**

73 Titular/es:

**ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE  
GÉNÉRALE D'OPTIQUE) (100.0%)  
147, rue de Paris  
94220 Charenton-le-Pont, FR**

72 Inventor/es:

**LEMAIRE, CÉDRIC y  
PINAULT, SÉBASTIEN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 565 095 T3**

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**

Procedimiento de rebordeado de una lente oftálmica

**DOMINIO TÉCNICO AL QUE SE REFIERE EL INVENTO**

5 El presente invento se refiere de manera general a la preparación de lentes oftálmicas en bruto, con vistas a su montaje en monturas de gafas.

Este invento se aplica a los dispositivos de mecanización según el preámbulo de la reivindicación 14 (véase el documento FR 2894170), incluyendo en particular:

- un medio de bloqueo de la lente oftálmica,
- un útil o herramienta de mecanización de la lente oftálmica,

10 - un sensor de esfuerzo adaptado para medir un esfuerzo de mecanización relativo al esfuerzo aplicado por el útil de mecanización sobre la lente oftálmica, y

- una unidad de control o pilotaje de dicho útil de mecanización con respecto a dicho medio de bloqueo.

Se refiere más particularmente a un procedimiento de rebordeado de una lente oftálmica según el preámbulo de la reivindicación 1 (véase el documento FR 2894170), incluyendo en particular:

15 - una operación de bloqueo de la lente oftálmica sobre dicho medio de bloqueo, y

- una operación de rebordeado de la lente oftálmica con la ayuda de dicho útil de mecanización, en el curso de la cual se mide el valor bajo carga de dicho esfuerzo de mecanización y se controla dicho útil de mecanización con relación a dicho medio de bloqueo con el fin de llevar el contorno inicial de la lente oftálmica a un contorno final de forma diferente, en función del valor bajo carga medido.

20 **SEGUNDO PLANO TECNOLÓGICO**

25 Durante el rebordeado de una lente oftálmica, resulta necesario determinar el esfuerzo aplicado por el útil de mecanización sobre la lente oftálmica con el fin de asegurar en particular que este esfuerzo permanece constantemente inferior a un umbral más allá del cual la lente correría el riesgo de escapar de su medio de bloqueo o más allá del cual el útil podría resultar dañado. Se conoce igualmente la utilización de este esfuerzo para controlar el dispositivo de mecanización con una agudeza aumentada.

Una de las soluciones para determinar este esfuerzo de mecanización consiste en medir el valor instantáneo de la velocidad de rotación del útil, en medir el valor instantáneo de la potencia eléctrica entregada al útil, y en deducir el esfuerzo de mecanización en función de la relación entre estos dos valores.

30 Desgraciadamente, cuando el material de la lente entra en fusión en la proximidad del útil de mecanización, esta solución resulta muy imprecisa.

Otra solución conocida para determinar el esfuerzo de mecanización consiste en utilizar un sensor de esfuerzo tal como un medidor de tensión.

El inconveniente principal de esta solución es que en la práctica resulta poco precisa.

35 Se constata en efecto una desviación notable entre el esfuerzo medido por el medidor de tensión y el esfuerzo realmente aplicado por el útil sobre la lente, que puede así alcanzar más de 10 Newton. Esta desviación proviene en particular de las fuerzas resistentes generadas por los rozamientos entre las diferentes piezas móviles del dispositivo de mecanización. Se constata por otra parte que esta desviación varía en el curso de la mecanización de la lente.

Durante esta mecanización, es entonces necesario prever que el esfuerzo medido permanezca inferior al menos en 15 Newton al umbral citado anteriormente, para que el esfuerzo de mecanización real permanezca inferior a este umbral.

40 Por el hecho de esta falta de precisión en las mediciones, no es posible por otra parte extraer otras enseñanzas de los valores medidos, relativos por ejemplo al desgaste del útil de mecanización.

**OBJETO DEL INVENTO**

Con el fin de remediar los inconvenientes citados previamente del estado de la técnica, el presente invento propone tratar los valores medidos con el fin de eliminar de ellos los componentes parásitos.

45 Más particularmente, se propone según el invento un procedimiento de rebordeado tal como se ha definido en la introducción, en el que está prevista, entre dicha operación de bloqueo y dicha operación de rebordeado, al menos una

- operación intermedia en el curso de la cual se controla dicho útil de mecanización con relación a dicho medio de bloqueo de manera que recorra el contorno de dicha lente oftálmica, sin contacto, según una trayectoria deducida de dicho contorno inicial, y en el curso de la cual se registra el valor sin carga del esfuerzo de mecanización, y en el que está previsto, en el curso de la operación de rebordeado, controlar dicho útil de mecanización en función del valor sin carga del esfuerzo de mecanización.
- 5
- En el curso de la operación intermedia, el útil de mecanización es por tanto controlado para girar en vacío alrededor de la lente previamente bloqueada sobre el medio de soporte, en condiciones próximas a las que encontrará en el curso de la operación de rebordeado.
- Esta operación intermedia permite así, tomando el valor sin carga del esfuerzo de mecanización, determinar las variaciones de los esfuerzos de rozamiento que se ejercen sobre los elementos del dispositivo cuando el útil de mecanización gira alrededor de la lente.
- 10
- Esta medición es realizada en particular cuando la lente ya está bloqueada sobre el medio de bloqueo, si bien tiene en cuenta el esfuerzo de aprieto aplicado sobre la lente, el peso de la lente, ...
- Es realizada por otra parte siguiendo el contorno inicial de la lente, aunque es efectuada en condiciones más próximas a las que se encontrará el útil durante la operación de rebordeado.
- 15
- Es entonces posible restar este valor sin carga al valor medido bajo carga, para obtener una aproximación muy fina del esfuerzo que es realmente ejercido por el útil de mecanización sobre la lente.
- Gracias a esta aproximación, es posible controlar el útil de mecanización de tal manera que ejerza sobre la lente un esfuerzo próximo al umbral admisible, en beneficio de la calidad de la mecanización y de la rapidez de ejecución de esta mecanización.
- 20
- Es igualmente posible deducir de ello una aproximación del desgaste del útil de mecanización, previendo si es necesario alertar al óptico si el grado de desgaste rebasa un valor admisible.
- También es posible detectar un fallo o un problema en el curso de la mecanización de una lente, tal como por ejemplo un error en el agarre del material de la lente a rebordear, previendo si fuera necesario alertar al óptico.
- 25
- También es posible analizar, en función de los valores medidos, la evolución de los rozamientos con el fin de calibrar de forma continua el dispositivo de mecanización.
- Otras características ventajosas y no limitativas del procedimiento de rebordeado conforme al invento son las siguientes:
- dicha trayectoria sigue dicho contorno inicial y está desviada de éste en una distancia de 5 milímetros como máximo;
  - dicha trayectoria es una homotecia o un exceso de cota constante de dicho contorno inicial;
  - dicha operación de rebordeado es una operación de desbaste;
  - dicha operación de rebordeado es una operación de acabado, precedida de una operación de desbaste, y en la que dicha operación intermedia interviene entre la operación de desbaste y la operación de acabado;
  - dicha operación de acabado incluye una operación de ranurado o una operación de fresado o una operación de biselado y/o una operación de achaflanado y/o una operación de pulido;
  - dicho medio de bloqueo está adaptado para arrastrar en rotación la lente incrementando su posición angular en un paso regular:
    - en el curso de la operación intermedia, es medido el valor sin carga de dicho esfuerzo de mecanización a cada paso del medio de bloqueo;
    - en el curso de la operación de rebordeado, es medido el valor sin carga de dicho esfuerzo de mecanización a cada paso del medio de bloqueo, y
    - a cada paso en el curso de la operación de rebordeado, dicho útil de mecanización es controlado en función de la diferencia entre el valor bajo carga medido en el paso precedente y el valor sin carga medido en el paso correspondiente durante la operación intermedia;
  - en la operación de rebordeado, se controla dicho útil de mecanización con relación al medio de bloqueo de tal manera que el esfuerzo aplicado por dicho útil de mecanización sobre la lente, que es deducido de la diferencia entre el valor bajo carga medido y el valor sin carga registrado correspondiente, permanece sensiblemente igual a una constante predeterminada;
- 30
- 35
- 40
- 45

- en la operación de rebordeado, se controla dicho útil de mecanización con relación a dicho medio de bloqueo de tal manera que el tiempo de ciclo para llevar a cabo esta operación de rebordeado sea igual a una duración predeterminada;

5 - si la diferencia entre el valor bajo carga medido y el valor sin carga registrado correspondiente rebasa un valor de umbral determinado durante un período de tiempo determinado, se controla dicho útil de mecanización con relación a dicho medio de bloqueo en función de la diferencia entre el valor bajo carga medido y el valor sin carga registrado correspondiente de tal manera que el tiempo de ciclo para llevar a cabo esta operación de rebordeado rebasa dicha duración predeterminada;

10 - si la derivada de la diferencia entre el valor bajo carga medido y el valor sin carga registrado correspondiente rebasa un valor de umbral determinado, se controla dicho útil de mecanización con relación a dicho medio de bloqueo en función de la diferencia entre el valor bajo carga medido y el valor sin carga registrado correspondiente de tal manera que el tiempo de ciclo para llevar a cabo esta operación de rebordeado rebasa dicha duración predeterminada;

15 - a la salida de dicha operación de rebordeado, se determina un indicador característico del esfuerzo aplicado por dicho útil de mecanización sobre la lente oftálmica en el curso de la operación de rebordeado, que es función de la diferencia entre al menos un valor bajo carga medido y el valor sin carga registrado correspondiente, y está prevista una operación de vigilancia en la que se compara dicho indicador con un valor de umbral para verificar que el útil de mecanización está en estado de funcionamiento;

20 - a la salida de dicha operación de rebordeado, se memoriza un indicador característico del esfuerzo aplicado por dicho útil de mecanización sobre la lente oftálmica en el curso de la operación de rebordeado, que es función de la diferencia entre al menos un valor bajo carga medido y el valor sin carga registrado correspondiente, y está prevista una operación de vigilancia en la que se vigila la evolución de dicho indicador.

El invento se refiere igualmente a un dispositivo de mecanización de una lente oftálmica tal como se ha definido en la introducción, en el que dicha unidad de control está adaptada para llevar a cabo las operaciones intermedia y de rebordeado del procedimiento de rebordeado antes citado.

25 Ventajosamente entonces, el sensor de esfuerzo incluye o bien un único medidor de tensión unidireccional, o bien dos medidores de tensión unidireccionales o un medidor de tensión bidireccional.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE UN EJEMPLO DE REALIZACIÓN

La descripción siguiente con respecto a los dibujos adjuntos, dados a título de ejemplos no limitativos, hará comprender mejor en qué consiste el invento y cómo puede ser realizado.

30 En los dibujos adjuntos:

La fig. 1 es una vista esquemática de un dispositivo de mecanización adaptado para llevar a cabo el procedimiento según el invento.

La fig. 2 ilustra, en línea continua, el contorno de un aro que rodea lente de una montura de gafas, en línea discontinua, el marco que contiene este contorno y, en línea de puntos, un contorno intermedio obtenido por homotecia.

35 La fig. 3 ilustra, en línea continua, el contorno de un aro de una montura de gafas y, en línea de puntos, un contorno intermedio obtenido por exceso de cota constante.

Se ha representado en la fig. 1 un dispositivo de mecanización 200 de una lente oftálmica 20, que incluye:

- medios de bloqueo 202, 203 de la lente oftálmica 20,

- al menos un útil de mecanización 210, 222, 223 de la lente oftálmica 20,

40 - un sensor de esfuerzo 234 adaptado para medir un esfuerzo de mecanización relativo al esfuerzo aplicado por el útil de mecanización 210, 222, 223 sobre la lente oftálmica 20, y

- una unidad de control 251 de cada útil de mecanización 210, 222, 223 con relación a los medios de bloqueo 202, 203.

45 Este dispositivo de mecanización 200 podría ser realizado en forma de cualquier máquina de corte o de retirada de material apta para modificar el contorno de la lente oftálmica 20 para adaptarla al del arco correspondiente de la montura de gafas seleccionada.

En el ejemplo esquematizados en la fig. 1, el dispositivo de mecanización 200 está constituido, de manera en si conocida, por una amoladora 200 automática, comúnmente llamada numérica. Está amoladora incluye en particular:

## ES 2 565 095 T3

- una báscula 201 que está montada libremente pivotante alrededor de un eje de referencia A5, en la práctica un eje horizontal, sobre un bastidor no representado, y que soporta la lente oftálmica 20 a mecanizar;

- al menos una muela 210, que está enchavetada en rotación sobre un eje de muela A6 paralelo al eje de referencia A5, y que está también debidamente arrastrada en rotación por un motor no representado;

5 - un módulo de acabado 220 que está montado móvil en rotación alrededor del eje de muela A6, y que abarca útiles de acabado 222, 223 de la lente oftálmica 20.

La movilidad de pivotamiento de la báscula 201 alrededor del eje de referencia es llamada movilidad de escamoteado u ocultación ESC. Permite aproximar la lente oftálmica 20 a la muela 210, hasta poner ésta en contacto con aquella.

10 Esta báscula 201 está equipada con dos árboles de aprieto y de arrastre en rotación 202, 203 de la lente oftálmica 20 a mecanizar, que corresponden a los « medios de bloqueo » ya citados.

Estos dos árboles 202, 203 están alineados uno con el otro según un eje de bloqueo A7 paralelo al eje A5. Cada uno de los árboles 202, 203 posee una extremidad libre que está opuesta a la otra y que está equipada con una nariz de bloqueo de la lente oftálmica 20.

15 Un primero de los dos árboles 202 es fijo en traslación según el eje de bloqueo A7. El segundo de los dos árboles 203 es por el contrario móvil en traslación según el eje de bloqueo A7 para realizar el aprieto en compresión axial de la lente oftálmica 20 entre las dos narices de bloqueo.

Tal como se ha representado esquemáticamente en la fig. 1, la amoladora 200 no incluye más que una muela cilíndrica 210.

20 En la práctica, incluye más bien un tren de varias muelas montadas coaxialmente sobre el eje de muela A6, siendo utilizada cada muela para una operación de rebordeado específico de la lente oftálmica 20 a mecanizar.

Para el desbaste de la lente, se utiliza así una muela de desbaste cilíndrica.

Para el biselado de la lente, que consiste en mecanizar un nervio a lo largo del canto de la lente, se utiliza una muela de forma (o « muela de biselado ») que presenta una garganta de biselado de sección en diedro.

25 Para el pulido de la lente, se utiliza una muela cilíndrica y una muela de forma, de geometrías idénticas a las de las dos muelas ya citadas, cuyos granos son particularmente finos.

El tren de muelas es llevado por un carro, no representado, montado móvil en traslación según el eje de muela A6. El movimiento de traslación del carro porta-muelas es llamado « transferencia » TRA.

Se comprende que se trata aquí de realizar un movimiento relativo de las muelas con relación a la lente y que se podrá prever, en una variante, una movilidad axial de la lente, quedando las muelas fijas.

30 La amoladora 200 incluye, además, una bieleta 230 de la que una extremidad está articulada con relación al bastidor para pivotar alrededor del eje de referencia A5, y cuya otra extremidad está articulada con relación a una nuez 231 para pivotar alrededor de un eje A8 paralelo al eje de referencia A5.

35 La nuez 231 ésta a su vez montada móvil en traslación según un eje de restitución A9 perpendicular al eje de referencia A5. Tal como se ha esquematizado en la fig. 6, la nuez 231 es una nuez terrajada en aplicación de roscado con un vástago fileteado 232 que, alineado según el eje de restitución A9, es arrastrado en rotación por un motor 233.

La bieleta 230 incluye por otra parte un sensor de esfuerzo 234, constituido aquí con un medidor de tensión unidireccional, que interactúa con un tope 204 fijado a la báscula 201.

40 Cuando, debidamente apretada entre los dos árboles 202, 203, la lente oftálmica 20 a mecanizar es llevada a contacto con una de las muelas 210, es objeto de una retirada efectiva de material hasta que el tope 204 de la báscula 201 vienen a tropezar contra la bieleta 230 siguiendo un apoyo que, haciéndose al nivel del medidor de tensión 234, es debidamente detectado y medido por este.

El medidor de tensión 234 es entonces colocado aquí de manera que mida un esfuerzo de mecanización de dirección sensiblemente vertical, correspondiente a la componente radial del esfuerzo ejercido por la lente oftálmica 20 sobre la muela 210 o sobre el útil de acabado 222, 223 utilizado.

45 Para la mecanización de la lente oftálmica 20 según un contorno dado, basta, por tanto, por una parte, con desplazar en consecuencia la nuez 231 a lo largo del eje de restitución A9, bajo el control del motor 233, para controlar el movimiento de restitución RES y, por otra parte, hacer pivotar conjuntamente los árboles de soporte 202, 203 alrededor del eje del bloqueo A7. El movimiento de restitución (y por tanto de escamoteado de la báscula 201) y el movimiento de rotación de los árboles 202, 203 son controlador en coordinación con una unidad de control 251, debidamente programada a este

efecto, para que todos los puntos del contorno de la lente oftálmica 20 sean llevados sucesivamente al diámetro correcto.

Según el invento, el movimiento de escamoteado es controlado en particular en función del esfuerzo de mecanización medido por el medidor de tensión 234, de manera que evite que este esfuerzo sobrepase un umbral más allá del cual la lente 20 correría el riesgo de deslizarse entre los árboles 202, 203 o más allá del cual el útil utilizado correría el riesgo de resultar dañado.

5 El módulo de acabado 220 presenta en cuanto a él una movilidad de pivotamiento alrededor del eje de muela A6, denominada PIV. Concretamente, el módulo de acabado 220 está provisto de una rueda dentada (no representado) que engrana con un piñón que equipa el árbol de un motor eléctrico solidario del carro porta-mueles. Esta movilidad le permite aproximarse o alejarse de la lente oftálmica 20.

10 Los útiles de acabado 222, 223 embarcados sobre el módulo de acabado 220 incluyen aquí en particular un disco de ranurado 222 adaptado para realizar una garganta a lo largo del canto de la lente oftálmica 20, y una fresa 223 adaptada para achaflanar las aristas del canto de la lente oftálmica 20.

15 Estos útiles de acabado 222, 223 están montados giratorios sobre un mismo eje y son arrastrados en rotación por un motor alojado en un zócalo o base 224 que está a su vez montado pivotante sobre el módulo de acabado 220 alrededor de un eje A10 ortogonal al eje de muela A6. Esta movilidad de pivotamiento del zócalo 224 alrededor del eje A10 llamada movilidad de acabado FIN, permite orientar mejor los útiles 222, 223 con relación a la lente.

La unidad de control 251 es de tipo electrónico y/o informático y permite en particular controlar:

- el motor de arrastre en traslación del segundo árbol 203;
- el motor de arrastre en rotación de los dos árboles 202, 203;
- 20 - el motor de arrastre en traslación del carro porta-mueles según la movilidad de transferencia TRA;
- el motor 233 de arrastre en traslación de la nuez 231 según la movilidad de restitución RES;
- el motor de arrastre en rotación del módulo de acabado 220 según la movilidad de pivotamiento PIV;
- el motor de arrastre en rotación del zócalo 224 de los útiles de acabado 222, 223 según la movilidad de acabado FIN.

25 La amoladora 200 incluye finalmente una interfaz Hombre-Máquina 252 que comprende aquí una pantalla de presentación 253, un teclado 254 y un ratón 255 adaptados para comunicar con la unidad de control 251. Esta interfaz IHM 252 permite al usuario escoger valores numéricos sobre la pantalla de presentación 253, tal como el material de la lente, para que los útiles de la amoladora 200 sean controlados en consecuencia.

30 Tal como se ha representado en la fig. 1, la unidad de control es implementada sobre un ordenador de oficina conectado a la amoladora 200. Desde luego, en una variante, la parte de software de la amoladora podría ser implementada directamente sobre un circuito electrónico de la amoladora. Podría igualmente ser implementada sobre un ordenador distante, que comunica con la amoladora por una red privada o pública, utilizando por ejemplo un protocolo de comunicación por IP (Internet).

35 Se considerará en lo que sigue de esta exposición que la montura de gafas destinada a acoger la lente oftálmica 20 es de tipo con aro, y que incluye en consecuencia dos aros unidos uno a otro por un puente, que representan cada uno una ranura del interior llamada « ranura » en la que podrá ser encajada la lente.

En la fig. 2, se ha representado en línea continua una proyección del contorno 10 del fondo de la ranura de este aro.

Se ha representado igualmente, en línea discontinua, el marco 11 que contiene este contorno 10.

40 Se recuerda a este efecto que el marco 11 de contención es el rectángulo que está circunscrito a la proyección del contorno 10, y del que dos de los lados son paralelos a la horizontal.

El centro O de este marco 11 de contención forma entonces el origen de una referencia en coordenadas polares  $\rho, \theta$ .

Previamente al rebordeado de la lente oftálmica 20, la unidad de control 251 adquiere la geometría del contorno 10.

Este contorno 10 podrá por ejemplo ser adquirido en forma de un conjunto de tripletes  $(\rho_i, \theta_i, z_i)$  correspondientes a las coordenadas cilíndricas de una pluralidad de puntos que caracterizan la forma de este contorno 10.

45 De manera preferente, estos tripletes serán adquiridos en un registro de base de datos a disposición del óptico. Este registro de base de datos regularmente actualizado por el fabricante de monturas de gafas o por el fabricante de lentes oftálmicas o aún por el propio óptico, incluirá a este efecto una pluralidad de registros cada uno asociado a un modelo de

monturas de gafas. Cada registro incluirá entonces un identificador del modelo de la montura de gafas al que está asociado, y un conjunto de 360 tripletes que caracterizan la forma del fondo de la ranura de cada aro de este modelo de montura de gafas.

5 En una variante, el contorno 10 podrá ser adquirido con ayuda de un dispositivo de formación de imágenes que incluye medios de captura de imágenes y medios de tratamiento de imágenes. Gracias a este dispositivo de formación de imágenes, las coordenadas bidimensionales de los puntos que caracterizan la forma del contorno 10 podrán ser adquiridas tomando una foto de una lente de presentación entregada con la montura de gafas, y luego tratando esta foto de manera que se referencien sobre esta foto 360 puntos situados sobre su canto.

10 Bien entendido, los tripletes  $(\rho_i, \theta_i, z_i)$  de los 360 puntos que caracterizan la forma del contorno 10 podrán ser igualmente adquiridos de otro modo, por ejemplo por palpación con contacto del fondo de la ranura de cada aro.

La lente constituye a continuación el objeto de una operación de centrado seguida de una operación de bloqueo. Estas dos operaciones son bien conocidas por el experto en la técnica y no constituyen el objeto del presente invento, aunque serán descritas brevemente.

15 En el curso de la operación de centrado, se determina la posición de referencias marcadas o grabadas sobre la lente, y se deduce de ellas la posición que debe presentar el contorno 10 sobre la lente de tal manera que una vez la lente rebordeada según este contorno y encajada en la montura seleccionada, su centro óptico se encuentra correctamente situado con relación al ojo correspondiente del portador de gafas.

20 En el curso de la operación de bloqueo, se pega un accesorio de aprehensión sobre la lente en una posición centrada sobre el centro O del marco 11 de contención, y luego, gracias a este accesorio de aprehensión, se bloquea la lente entre los árboles 202, 203 del aparato de mecanización 200 de tal manera que el centro O se encuentre centrado sobre el eje del bloqueo A7.

El rebordeado es a continuación realizado en dos operaciones de desbaste y de acabado.

25 Para el desbaste de la lente, se utiliza la muela cilíndrica para reducir de forma grosera los radios de la lente a una forma próxima a la forma del contorno 10. La muela cilíndrica y la báscula 201 son aquí más precisamente controladas una con relación a la otra de manera que reduzcan, para cada posición angular  $\theta_i$  de la lente alrededor del eje del bloqueo A7, el radio de la lente a una longitud igual al radio  $\rho_i$  del contorno 10.

30 Para el acabado de la lente, se utiliza la muela de forma para formar sobre el canto de la lente un nervio de encaje, o « bisel », cuya parte superior se extiende en longitud según una trayectoria de forma aproximada a la del contorno 10. La muela cilíndrica y la báscula 201 son aquí más precisamente controladas una con relación a la otra de manera que reduzcan, para cada posición angular  $\theta_i$  de la lente alrededor del eje de bloqueo A7, el radio de la parte superior del bisel de la lente a una longitud igual a  $\rho_i - k_1$  siendo  $k_1$  una constante predeterminada que tiene en cuenta el hecho de que la parte superior del diseño no hará contacto con el fondo de la ranura, sino que permanecerá a distancia de ésta.

Durante esta operación de acabado, se puede observar que, relativamente al eje de la muela A6, la lente oftálmica 20 sigue una trayectoria deducida de la forma del contorno 10.

35 Bien entendido, si la lente estaba destinada a ser montada sobre una montura de gafas con semi-aros, se utilizará para el acabado de la lente el disco de ranurado 222. El zócalo 224, el módulo de acabado 220 y la báscula 201 serán entonces más precisamente controlados unos con relación a otros de manera que formen, para cada posición angular  $\theta_i$  de la lente alrededor del eje de bloqueo A7, una ranura en hueco en el canto de la lente tal que su fondo presentaría una distancia del eje de bloqueo A7 igual a  $\rho_i - k_2$  siendo  $k_2$  una constante predeterminada función de la profundidad deseada para esta ranura.

Según el invento, una operación intermedia es llevada a cabo entre la operación de bloqueo y una de las operaciones de rebordeado, y más particularmente aquí entre la operación de desbaste y la operación de acabado.

45 Esta operación intermedia consiste globalmente en controlar los diferentes órganos de la amoladora 200 siguiendo una trayectoria muy próxima a la que seguirán cuando mecanizarán la lente oftálmica 20 durante la operación de acabado, pero sin carga es decir sin que la lente toque uno de los útiles, de manera que tome el valor sin carga de los esfuerzos necesarios para desplazar estos órganos en vacío, habida cuenta de las fuerzas de rozamiento y de inercia.

50 Más precisamente, la operación intermedia consiste, por una parte, en controlar la rotación de los árboles 202, 203, el escamoteado ESC de la báscula 201 y la transferencia TRA del tren de muelas 210 de tal manera que la lente gire sobre sí misma en una revolución completa según una trayectoria tal que su canto quede a poca distancia del útil seleccionado, y, por otra parte, en tomar y memorizar el valor sin carga del esfuerzo de mecanización medido por el medidor de tensión 234 para cada posición angular  $\theta_i$  de la lente alrededor del eje de bloqueo A7.

De esta manera, durante la operación de acabado, es posible controlar estos órganos, y en particular el escamoteado ESC de la báscula 201, habida cuenta del esfuerzo realmente ejercido por la lente oftálmica 20 sobre el útil (que

corresponde al valor medido del esfuerzo de mecanización restado del valor sin carga previamente medido).

La puesta en práctica detallada de esta operación intermedia es la siguiente.

La unidad de control 251 comienza por calcular la trayectoria que debe seguir la lente oftálmica 20 con relación a la muela de forma, para que su canto permanezca a muy poca distancia de esta última.

- 5 Como ya se ha expuesto más arriba, en este estado del procedimiento de rebordeado, el canto de la lente está situado, para cada posición angular  $\theta_i$  de la lente, a una distancia  $\rho_i$  del eje de bloqueo A7.

Se desea entonces controlar los órganos de la amoladora 200 de tal manera que la muela de forma pase, para cada posición angular  $\theta_i$  de la lente, a una distancia  $\rho'_i$  del eje de bloqueo A7 que es estrictamente superior a la distancia  $\rho_i$ .

- 10 Como muestra la fig. 2, los dobletes  $(\rho'_i, \theta_i)$  definen entonces un contorno intermedio 12 agrandado con relación al contorno 10, que corresponde a la trayectoria que seguirá la superficie de trabajo de la muela de forma con relación al canto de la lente oftálmica 20.

En este caso, las distancias  $\rho'_i$  son elegidas de tal manera que el contorno intermedio 12 esté en cualquier punto separado del contorno 10 en una distancia no nula e inferior a 5 milímetros.

Son aquí más precisamente calculadas con ayuda de la relación siguiente:

- 15  $\rho'_i = h \cdot \rho_i$ , siendo  $h$  una constante predeterminada aquí igual a 1,1.

El contorno intermedio 12 forma por tanto una homotecia del contorno 10, de Centro O y de relación  $h$ .

En una variante, se podrá bien entendido calcular estas distancias  $\rho'_i$  de manera diferente. A título de ejemplo, tal como se ha representado en la fig. 3, el contorno intermedio 12' podrá ser calculado de manera que forme un exceso de cota constante del contorno 10', de tal manera que la diferencia  $d$  entre estos dos contornos sea invariable.

- 20 Como quiera que sea, el escamoteado ESC de la báscula 201, la rotación de los árboles 202, 203 y la transferencia TRA del tren de muelas 210 son entonces controlador de tal manera que, para cada posición angular  $\theta_i$  de la lente alrededor del eje de bloqueo A7, la muela de forma esté situada a una distancia  $\rho'_i$  del eje de bloqueo A7.

El valor sin carga  $F_{0i}$  del esfuerzo de mecanización medido por el medidor de tensión 234 es entonces tomado para cada posición angular  $\theta_i$  de la lente, y luego memorizado en una base de datos ad hoc de la unidad de control 251.

- 25 Entonces, en el curso de la operación de acabado, el valor sin carga  $F_{1i}$  del esfuerzo de mecanización es medido para cada posición angular  $\theta_i$  de la lente, y el escamoteado ESC de la báscula 201 es controlado en función de la diferencia  $\Delta F_i$  entre el valor sin carga  $F_{1i-1}$  recién medido y el valor sin carga  $F_{0i}$  medido durante la operación intermedia.

Se comprende aquí que esta diferencia  $\Delta F_i$  corresponde, teniendo en cuenta un factor, al esfuerzo realmente ejercido por la lente sobre la muela de forma.

- 30 En un primer modo de puesta en práctica del acabado de la lente, se controla la báscula 201 en fuerza.

En este modo, el escamoteado ESC de la báscula 201 es más precisamente controlado para que esta diferencia  $\Delta F_i$  permanezca constantemente igual a un umbral predeterminado, definido como el umbral más allá del cual la lente oftálmica 20 correría el riesgo de deslizarse entre los árboles 202, 203 o más allá del cual la muela de forma o la lente podría resultar dañada.

- 35 De esta manera, el biselado de la lente es realizado con una rapidez óptima.

Durante esta operación, habida cuenta de la duración del biselado de la lente, es posible deducir de ella una aproximación del desgaste de la muela de forma.

Entonces, más allá de un índice de desgaste predeterminado, la unidad de control puede ser programada para alertar al usuario a través de la pantalla 253, presentando en ella un mensaje de alerta.

- 40 Durante esta operación, habida cuenta de la velocidad de mecanización de la lente, es igualmente posible detectar un fallo o un problema en el curso de la mecanización de una lente, tal como por ejemplo un error en el agarre por el usuario del material de la lente a rebordear.

Entonces, aquí igualmente, la unidad de pilotaje puede ser programada para alertar al usuario a través de la pantalla 253, presentando en ella un mensaje de alerta. Se puede en particular prever buscar la causa de este fallo o de este problema

- 45 y presentarla a fin de facilitar el trabajo del óptico.

En el curso de una última operación llamada de sobre-acabado, la lente oftálmica 20 es pulida con ayuda de la muela de pulido y achaflanada con ayuda de la fresa 223.

- 5 Durante esta operación, de la misma manera que en la operación precedente, el valor bajo carga  $F_{2i}$  del esfuerzo de mecanización es medido para cada posición angular  $\theta_i$  de la lente, de manera que el escamoteado ESC de la báscula 201 pueda ser controlado en función de la fuerza realmente ejercida por la lente sobre la muela de pulido o sobre la fresa (siendo esta fuerza deducida de la diferencia  $\Delta F_i$  entre el valor bajo carga  $F_{2\ i-1}$  recién medido y el valor sin carga  $F_{0i}$  medido durante la operación intermedia).
- Al final del pulido, el escamoteado ESC de la báscula 201 es controlado de manera más precisa para que esta diferencia  $\Delta F_i$  sea particularmente pequeña, lo que asegura un pulido suave del canto de la lente. Se comprende aquí que este pulido suave es hecho posible por la precisión con la que se determina el esfuerzo realmente ejercido por la lente sobre la muela de pulido.
- 10 Una vez rebordeada, achaflanada y pulida, la lente oftálmica es finalmente extraída de la amoladora 200 con ayuda de la movilidad de traslación del segundo árbol 203, luego es encajada en el aro correspondiente de la montura de gafas seleccionada.
- En un segundo modo de puesta en práctica de la operación de acabado de la lente, se controlan los diferentes órganos de la amoladora en velocidad, de tal manera que el tiempo de ciclo sea igual a una duración predeterminada  $\Delta T$ .
- 15 Así, de una lente a la otra, la amoladora emplea siempre el mismo tiempo en realizar el acabado de la lente, cualquiera que sea en particular el desgaste de la muela de forma.
- Según el invento, se prevén entonces dos excepciones en este modo de control invariable de las lentes.
- La primera excepción consiste, si la diferencia  $\Delta F_i$  rebasa un valor de umbral predeterminado durante un período de tiempo predeterminado (lo que significa por ejemplo que la muela de forma está desgastada), en controlar la amoladora no ya en velocidad sino en esfuerzo, de manera que lleve esta diferencia  $\Delta F_i$  al valor de umbral predeterminado. Se comprende entonces que el tiempo de ciclo para llevar a cabo esta operación de acabado rebasa desde entonces dicha duración predeterminada  $\Delta T$ .
- 20
- La segunda excepción consiste, si la derivada con relación al tiempo de la diferencia  $\Delta F_i$  rebasa un valor de umbral predeterminado (lo que significa que el esfuerzo de mecanización varía bruscamente como consecuencia de un problema cualquiera), en reducir la velocidad de mecanización de la lente. Se comprende aquí igualmente que el tiempo de ciclo para llevar a cabo esta operación de acabado rebasa entonces dicha duración predeterminada  $\Delta T$ .
- 25
- En este modo de realización del invento, se puede igualmente prever, a la salida de la operación de acabado de dicha lente, determinar un indicador característico del esfuerzo que ha sido aplicado por la muela sobre la lente durante el conjunto del acabado de esta lente.
- 30 Se puede por ejemplo prever memorizar el valor máximo alcanzado por este esfuerzo, registrando la diferencia  $\Delta F_i$  máxima tomada durante la operación de acabado. En una variante, se podría igualmente registrar una media de este esfuerzo.
- Luego, en el curso de una operación de vigilancia, se puede comparar este indicador con un valor de umbral predeterminado.
- 35 Así, cuando este indicador rebasa el valor de umbral, la unidad de control será programada para alertar al usuario mediante la pantalla 253 de que el desgaste de su muela de forma está avanzado y que es necesario si no cambiarla, al menos suspender la mecanización de las lentes realizadas de materiales particularmente duros.
- En el curso de esta operación de vigilancia, la unidad de control podrá igualmente vigilar la evolución de dicho indicador, de manera que verifique en particular que esta evolución es regular. Se podrá entonces prever, si esta evolución es irregular, alertar al usuario presentando un mensaje de alerta en la pantalla 253 a fin de indicarle la presencia de un problema.
- 40
- La unidad de control podrá también, en función de esta evolución, calcular la duración de vida restante de la muela de forma y presentar en la pantalla el número de ciclos que la muela de forma es aún susceptible de realizar antes de tener que ser cambiada.
- 45 Se puede bien entendido prever que este número de ciclos restante sea directamente enviado al técnico, de manera que el usuario no tenga ya que llamar al técnico sino que este último proceda a reemplazar por sí mismo la muela de forma cuando está desgastada.
- Se puede también prever que la unidad de control calibre de nuevo en función de esta evolución las posiciones de sus diferentes órganos a fin de tener en cuenta el desgaste de la muela de forma.
- 50 El presente invento no está limitado en ninguna manera a los modos de realización descritos y representados, sino que el experto en la técnica sabrá introducir en él cualquier variante conforme a su espíritu.

Se podrá en particular prever reemplazar el medidor de tensión por un amperímetro que, midiendo la intensidad de corriente de alimentación del motor de accionamiento de los árboles 202, 203, permitirá determinar el esfuerzo de mecanización.

- 5 Se podrá igualmente reemplazar el medidor de tensión unidireccional por un medidor de tensión bidireccional (o por dos medidores de tensión unidireccionales) a fin de medir no solamente la componente radial del esfuerzo de mecanización ejercido por la lente sobre los útiles, sino igualmente la componente tangencial de este esfuerzo.

Se podrá por otra parte prever llevar a cabo la operación intermedia antes de la operación de desbaste de la lente, cuando esta última presenta aún un contorno circular.

- 10 En esta variante, la ventaja es que es posible reducir al máximo la duración de la operación de desbaste, controlando la báscula de tal manera que la lente ejerza sobre la muela de desbaste un esfuerzo próximo al umbral autorizado.

- 15 El inconveniente es sin embargo que el valor sin carga del esfuerzo de mecanización es medido controlando los órganos de la amoladora según una trayectoria alejada del contorno 10, aunque este valor sin carga no es precisamente representativo de los esfuerzos de rozamiento y de inercia que se ejercerán realmente sobre los órganos de la amoladora durante operaciones de acabado y de sobre-acabado. Para obviar estos inconvenientes, sería posible bien entendido reiterar una segunda vez la operación intermedia, entre las operaciones de desbaste y de acabado, controlando esta vez los órganos de la amoladora según una trayectoria próxima al contorno 10.

Será igualmente posible realizar el desbaste de la lente en varias pasadas y reiterando la operación intermedia entre cada pasada.

- 20 En otro variante, se podrá prever rebordear una lente (n+1) en función de los valores sin carga del esfuerzo medido en vacío antes del rebordeado de una lente precedente (n).

En particular, cuando las dos lentes a rebordear una después de la otra son idénticas, es posible aplicarlas las mismas consignas de rebordeado.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de rebordeado de una lente oftálmica (20) con la ayuda de un dispositivo de mecanización (200) equipado con un medio de bloqueo (202, 203) de la lente oftálmica (20), de un útil o útil de mecanización (210, 222, 223) de la lente oftálmica (20) y de un sensor de esfuerzo (234) adaptado para medir un esfuerzo que es relativo al esfuerzo aplicado por el útil de mecanización sobre la lente oftálmica (20), que incluye:
- una operación de bloqueo de la lente oftálmica (20) sobre dicho medio de bloqueo (202, 203), y
  - una operación de rebordeado de la lente oftálmica (20) con la ayuda de dicho útil de mecanización (210, 222, 223), en el curso de la cual se mide el valor bajo carga de dicho esfuerzo y se controla dicho útil de mecanización (210, 222, 223), con relación a dicho medio de bloqueo (202, 203), en función del valor bajo carga medido, de manera que lleve el contorno inicial (10) de la lente oftálmica (20) a un contorno final de forma diferente,
- caracterizado por que incluye, entre dicha operación de bloqueo y dicha operación de rebordeado, al menos una operación intermedia en el curso de la cual se pilota dicho útil de mecanización (210, 222, 223) con respecto a dicho medio de bloqueo (202, 203) de manera que recorra el contorno de dicha lente oftálmica (20), sin contacto, según una trayectoria deducida de dicho contorno inicial (10), y en el curso de la cual se registra el valor sin carga de dicho esfuerzo medido por el sensor de esfuerzo (234), que es relativo a los esfuerzos necesarios para desplazar en vacío dicho útil de mecanización (210, 222, 223) con relación a dicho medio de bloqueo (202, 203), habida cuenta las fuerzas de rozamiento y de inercia, y
- por que en el curso de la operación de rebordeado, dicho útil de mecanización (210, 222, 223) es pilotado en función del valor sin carga registrado.
2. Procedimiento de rebordeado según la reivindicación precedente, en el que dicha trayectoria sigue dicho contorno inicial (10) y es desviada de éste en una distancia de 5 milímetros como máximo.
3. Procedimiento de rebordeado según una de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha trayectoria describe un contorno intermedio (12) que es deducido de dicho contorno inicial (10) por un cálculo de homotecia o de cota en exceso constante.
4. Procedimiento de rebordeado según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicha operación de rebordeado es una operación de desbaste.
5. Procedimiento de rebordeado según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicha operación de rebordeado es una operación de acabado, precedida de una operación de desbaste, y en el que dicha operación intermedia interviene entre la operación de desbaste y la operación de acabado.
6. Procedimiento de rebordeado según la reivindicación precedente, en el que dicha operación de acabado incluye una operación de ranurado o una operación de biselado o una operación de fresado y/o una operación de achaflanado y/o una operación de pulido.
7. Procedimiento de rebordeado según una de las reivindicaciones precedentes, en el que, dicho medio de bloqueo (202, 203) está adaptado para arrastrar en rotación la lente oftálmica (20) incrementando su posición angular ( $\theta$ ) en un paso regular:
- en el curso de la operación intermedia, el valor sin carga de dicho esfuerzo es registrado a cada paso del medio de bloqueo (202, 203),
  - en el curso de la operación de rebordeado, el valor bajo carga de dicho esfuerzo es medido a cada paso del medio de bloqueo (202, 203), y
  - a cada paso en el curso de la operación de rebordeado, dicho útil de mecanización (210, 222, 223) es pilotado en función de la diferencia entre el valor bajo carga medido en el paso precedente y el valor sin carga registrado en el paso correspondiente durante la operación intermedia.
8. Procedimiento de rebordeado según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que, en la operación de rebordeado, se pilota dicho útil de mecanización (210, 222, 223) con respecto a dicho medios de bloqueo (202, 203) de tal manera que el esfuerzo aplicado por dicho útil de mecanización (210, 222, 223) sobre la lente oftálmica (20), que es deducido de la diferencia entre el valor bajo carga medido y el valor sin carga registrado correspondiente, permanece sensiblemente igual a una constante predeterminada.
9. Procedimiento de rebordeado según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que, en la operación de rebordeado, se pilota dicho útil de mecanización (210, 222, 223) con relación a dicho medio de bloqueo (202, 203) de tal manera que el tiempo de ciclo para llevar a cabo esta operación de rebordeado sea igual a una duración predeterminada.
10. Procedimiento de rebordeado según la reivindicación 9, en el que, si dicha diferencia entre el valor bajo carga medido

y el valor sin carga registrada correspondiente rebasa un valor de umbral determinado durante un período de tiempo determinado, se pilota dicho útil de mecanización (210, 222, 223) con relación a dicho medio de bloqueo (202, 203) en función de la diferencia entre el valor bajo carga medido y el valor sin carga registrado correspondiente de tal manera que el tiempo de ciclo para llevar a cabo esta operación de rebordeado rebasa dicha duración predeterminada.

- 5 11. Procedimiento de rebordeado según una de las reivindicaciones 9 y 10, en el que, si la derivada de dicha diferencia entre el valor bajo carga medido y el valor sin carga registrado correspondiente rebasa un valor de umbral determinado, se pilota dicho útil de mecanización (210, 222, 223) con relación a dicho medio de bloqueo (202, 203) en función de la diferencia entre el valor bajo carga medido y el valor sin carga registrado correspondiente de tal manera que el tiempo de ciclo para llevar a cabo esta operación de rebordeado rebasa dicha duración predeterminada.
- 10 12. Procedimiento de rebordeado según una de las reivindicaciones 9 a 11, en el que, a la salida de dicha operación de rebordeado, se determina un indicador característico del esfuerzo aplicado por dicho útil de mecanización (210, 222, 223) sobre la lente oftálmica (20) en el curso de la operación de rebordeado, que es función de la diferencia entre al menos un valor bajo carga medido y el valor sin carga registrado correspondiente, y en el que se ha previsto una operación de vigilancia en la que se compara dicho indicador con un valor de umbral para verificar que el útil de mecanización (210, 15 222, 223) está en estado de funcionamiento.
- 20 13. Procedimiento de rebordeado según una de las reivindicaciones 9 a 12, en el que, al final de dicha operación de rebordeado, se memoriza un indicador característico del esfuerzo aplicado por dicho útil de mecanización (210, 222, 223) sobre la lente oftálmica (20) en el curso de la operación de rebordeado, que es función de la diferencia entre al menos un valor bajo carga medido y el valor sin carga registrado correspondiente, y en el que se ha previsto una operación de vigilancia en la que se vigila la evolución de dicho indicador.
14. Dispositivo de mecanización de una lente oftálmica (20) que incluye:
- un medio de bloqueo (202, 203) de la lente oftálmica (20),
  - un útil de mecanización (210, 222, 223) de la lente oftálmica (20),
  - un sensor de esfuerzo (234) adaptado para medir un esfuerzo relativo al esfuerzo aplicado por el útil de mecanización (210, 222, 223) sobre la lente oftálmica (20), y
  - una unidad de pilotaje (251) de dicho útil de mecanización (210, 222, 223) con respecto a dicho medio de bloqueo (202, 203),
- caracterizado por que la unidad de pilotaje (251) está adaptada para llevar a cabo las operaciones intermedia y de rebordeado de un procedimiento de rebordeado conforme a una de las reivindicaciones precedentes.
- 30 15. Dispositivo de mecanización según la reivindicación precedente, en el que dicho sensor de esfuerzo (234) incluye al menos un medidor de tensión unidireccional o un medidor de tensión bidireccional.

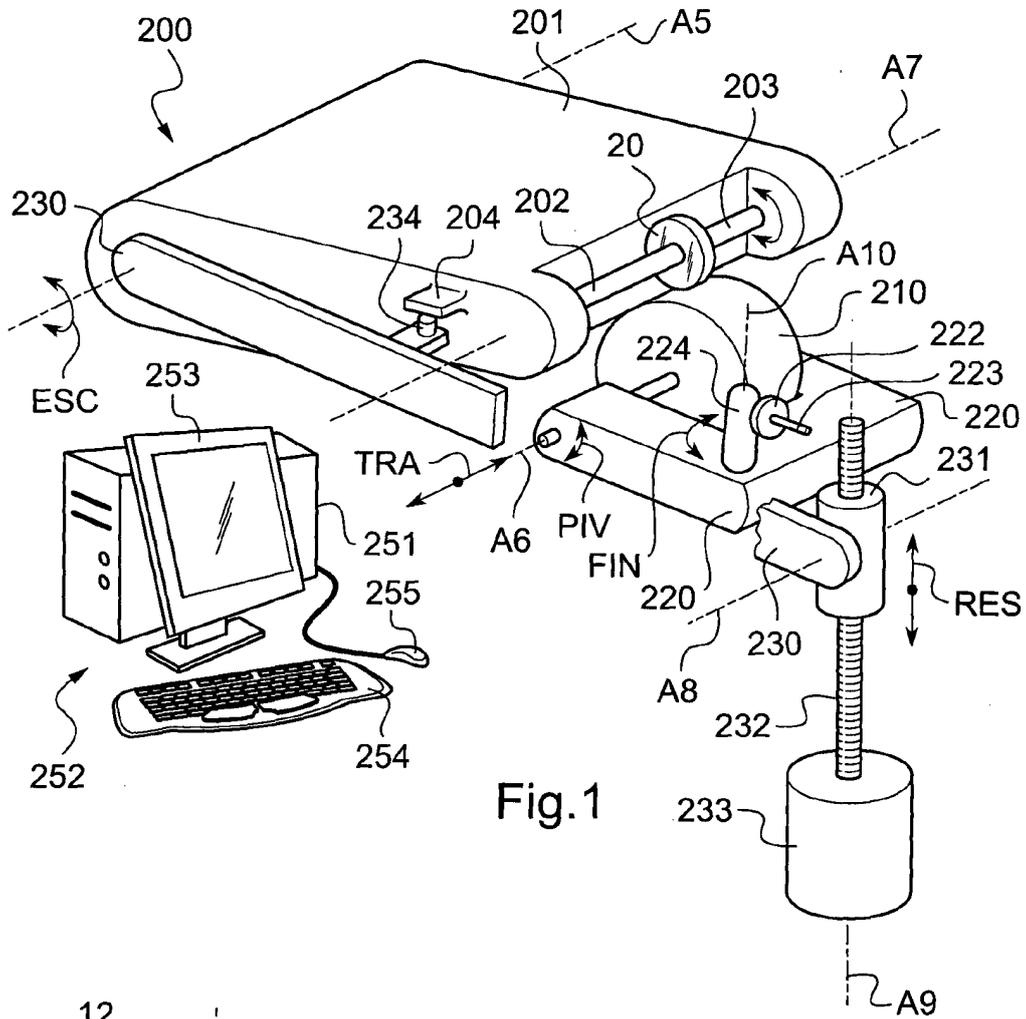


Fig. 1

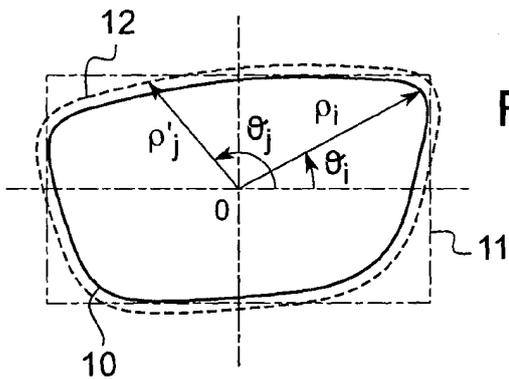


Fig. 2

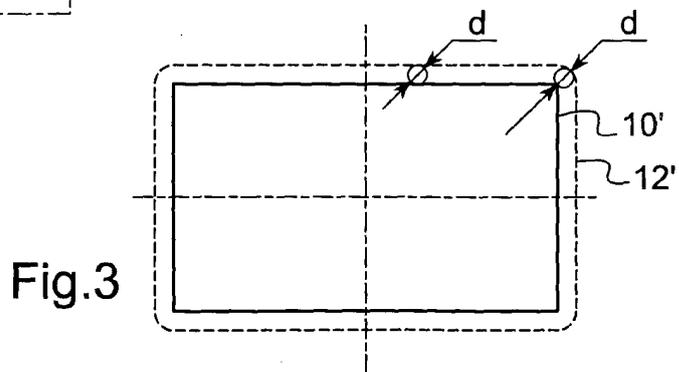


Fig. 3