

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 413 656**

51 Int. Cl.:

B24B 9/14

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2010** **E 10290427 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2013** **EP 2305422**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de mecanización de una lente oftálmica con vistas a su montaje en una montura de gafas**

30 Prioridad:

15.09.2009 FR 0904412

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.07.2013

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

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 413 656 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 y dispositivo de mecanización de una lente oftálmica con vistas a su montaje en una montura de gafas.

Campo técnico al que se refiere la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de mecanizado de una lente oftálmica con vistas a su montaje en una montura de gafas, según un contorno predeterminado.

Este procedimiento está particularmente adaptado al afinado de lentes oftálmicas cuyo contorno presenta una forma compleja, en particular unas zonas de curvaturas negativas.

Antecedente tecnológico

Los contornos de ciertas lentes oftálmicas, en particular las lentes oftálmicas destinadas a ser montadas en una montura de tipo sin marco (con fijación sobre cristales perforados), presentan unas formas complejas que comprenden por ejemplo unas zonas curvadas hacia el centro de la lente, denominadas zonas de curvatura negativa.

Estas zonas de curvatura negativa corresponden en general a detalles decorativos del contorno de la lente y necesitan ser mecanizadas por una herramienta de diámetro inferior al diámetro de la muela utilizada habitualmente para afinar la lente.

Para ello existen unas máquinas dedicadas del tipo fresadora de tres ejes en las cuales una broca de fresado puede desplazarse libremente en un plano perpendicular a su eje de fresado. No obstante, esta solución es costosa puesto que necesita la adquisición de una herramienta específica para el afinado de este tipo de lentes. Además, dicha herramienta dedicada es difícil de utilizar y su utilización necesita un tiempo de adaptación para el operario.

Otra solución propuesta en el documento US nº 7.338.350 para afinar dichas lentes consiste en utilizar una fresa de pequeño diámetro (típicamente la herramienta de perforación). Dicha herramienta equipa ciertos dispositivos de afinado, además de la muela de gran diámetro utilizada de modo habitual para afinar las lentes, para perforar los orificios de fijación de las lentes para la montura de tipo sin marco. Se mecaniza entonces completamente el contorno de la lente con la fresa de perforación. Dado que la fresa presenta un diámetro muy pequeño, ésta permite alcanzar todas las zonas de curvaturas negativas, incluso las que presentan un radio de curvatura muy pequeño.

No obstante, el estado de la superficie del canto de la lente así afinada es poco satisfactorio desde un punto de vista estético. Además, la operación de mecanizado por la fresa es muy larga y provoca un desgaste prematuro de esta herramienta.

Objetivo de la invención

Un objetivo de la presente invención es evitar los inconvenientes del estado de la técnica citados anteriormente, proporcionando un nuevo método de afinado de una lente oftálmica que permite mecanizar fácil y rápidamente las lentes cuyo contorno presenta unas zonas de curvatura negativa.

Con este fin, se propone según la invención un procedimiento de mecanizado de una lente oftálmica con vistas a su montaje en una montura de gafas, según un contorno predeterminado, por medio de por lo menos dos herramientas distintas, entre ellas una primera herramienta rotativa alrededor de un primer eje, que tiene una primera envolvente de corte, de revolución alrededor de este eje, que presenta un primer diámetro y, por lo menos, otra herramienta rotativa alrededor de un eje que tiene otra envolvente de corte, de revolución alrededor de este eje, que presenta otro diámetro inferior a dicho primer diámetro, comprendiendo dicho procedimiento las etapas siguientes:

- analizar por lo menos una parte de dicho contorno para determinar, en función de dicho primer diámetro, una primera zona de este contorno adaptada para ser mecanizada sin recortar dicho contorno predeterminado, con dicha primera herramienta,
- mecanizar por lo menos una parte de dicha primera zona de este contorno predeterminado con dicha primera herramienta,
- mecanizar por lo menos una parte del resto del contorno con dicha otra herramienta.

La lente puede ser mecanizada así según un contorno que presenta unas zonas de curvatura negativa con las herramientas de un dispositivo de afinado/fresado. La utilización de estas herramientas es fácil y rápida. Según un primer modo de realización, se puede mecanizar, en particular, la totalidad de la primera zona con la primera herramienta y la totalidad del resto del contorno con la otra herramienta.

Este procedimiento se puede realizar según diferentes modos de realización ventajosos y no limitativos que pueden combinarse entre ellos.

- 5 Según una primera característica ventajosa de la invención, dicha por lo menos otra herramienta comprende una segunda herramienta rotativa alrededor de un segundo eje, que tiene una segunda envolvente de corte, de revolución alrededor de este segundo eje, que presenta un segundo diámetro inferior a dicho primer diámetro, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:
- 10 - analizar por lo menos una parte de dicho contorno para determinar, en función de dicho segundo diámetro, una segunda zona de este contorno, fuera de la primera zona, adaptada para ser mecanizada con dicha segunda herramienta, sin recortar dicho contorno,
- 15 - mecanizar por lo menos una parte de la segunda zona con dicha segunda herramienta,
- formando el resto del contorno una tercera zona mecanizada con una tercera herramienta rotativa alrededor de un tercer eje, que tiene una tercera envolvente de corte, de revolución alrededor de este tercer eje, que presenta un tercer diámetro inferior a dicho segundo diámetro.
- 20 Según otra característica ventajosa, dicha por lo menos otra herramienta comprende una segunda herramienta rotativa alrededor de un segundo eje, que tiene una segunda envolvente de corte, de revolución alrededor de este segundo eje, que presenta un segundo diámetro inferior a dicho primer diámetro, y una tercera herramienta rotativa alrededor de un tercer eje, que tiene una tercera envolvente de corte, de revolución alrededor de este tercer eje, que presenta un tercer diámetro inferior a dicho segundo diámetro, comprendiendo el procedimiento además las etapas siguientes:
- 25 - determinar, en función de dicho segundo diámetro, una segunda zona de este contorno, fuera de la primera zona adaptada para ser mecanizada con dicha segunda herramienta sin recortar dicho contorno,
- 30 - determinar, en función de dicho tercer diámetro, una tercera zona de este contorno fuera de la primera y de la segunda zona, adaptada para ser mecanizada con dicha tercera herramienta sin recortar dicho contorno,
- estando cada una de las segunda y tercera zonas formada por un conjunto de subzonas separadas unas de otras por una subzona o una zona de una de las primera, segunda y tercera zonas,
- 35 - determinar las subzonas de dicha segunda zona que enmarcan una subzona de la tercera zona,
- mecanizar la segunda zona, con exclusión de dichas subzonas de dicha segunda zona que enmarcan una subzona de la tercera zona, con dicha segunda herramienta,
- 40 - mecanizar dicha tercera zona y dichas subzonas de dicha segunda zona que enmarcan una subzona de la tercera zona, con dicha tercera herramienta.
- 45 Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, estando cada una de las primera y segunda zonas formada por un conjunto de subzonas separadas unas de otras por una subzona o una zona de una de las primera, segunda y tercera zonas,
- se determina la longitud de cada subzona de la primera zona que separa dos subzonas de la segunda zona y se la compara con un primer valor de longitud umbral,
- 50 - se mecaniza cada subzona de la primera zona cuya longitud es inferior a dicho primer valor de longitud umbral con dicha segunda herramienta.
- 55 Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, estando cada una de las primera y tercera zonas formada por un conjunto de subzonas separadas unas de otras por una subzona de una de las primera, segunda y tercera zonas:
- se determina la longitud de cada subzona de la primera zona que separa dos subzonas de la tercera zona y se la compara con un segundo valor de longitud umbral,
- 60 - se mecaniza cada subzona de la primera zona cuya longitud es inferior a dicho segundo valor de longitud umbral con dicha tercera herramienta.
- 65 Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, estando cada segunda y tercera zona formada por un conjunto de subzonas separadas unas de otras por una subzona de una de las primera, segunda y tercera zonas,

- se determina la longitud de cada subzona de la segunda zona que separa dos subzonas de la tercera zona y se la compara con un tercer valor de longitud umbral,

- 5 - se mecaniza cada subzona de la segunda zona cuya longitud es inferior a dicho tercer valor de longitud umbral con dicha tercera herramienta.

Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, éste comprende además las etapas siguientes:

- 10 - determinar la cantidad de material a mecanizar de la lente para cada parte del contorno a mecanizar con dicha segunda herramienta y compararla con un valor umbral de cantidad de material,

- 15 - para cada una de estas partes del contorno a mecanizar con dicha segunda herramienta, si la cantidad de material determinada es superior a dicho valor umbral de cantidad de material, se mecaniza esta parte del contorno según un contorno ligeramente más grande que el contorno predeterminado con dicha tercera herramienta y después se mecaniza esta parte del contorno según el contorno predeterminado con dicha segunda herramienta,

- 20 - para cada parte del contorno a mecanizar con dicha segunda herramienta para la cual la cantidad de material a mecanizar es inferior al valor umbral de cantidad de material, se mecaniza dicha parte según el contorno predeterminado con dicha segunda herramienta.

Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, éste comprende además las etapas siguientes:

- 25 - se determina la fracción de la longitud del contorno predeterminado a mecanizar con dicha segunda herramienta,

- 30 - si esta fracción es superior a una primera fracción umbral, se mecaniza la totalidad del contorno predeterminado con dicha segunda herramienta.

Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, éste comprende además las etapas siguientes:

- 35 - se determina la fracción de la longitud del contorno predeterminado a mecanizar con dicha tercera herramienta,

- si esta fracción es superior a una segunda fracción umbral, se mecaniza la totalidad del contorno predeterminado con dicha tercera herramienta.

Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, éste comprende además las etapas siguientes:

- 45 - se determina el espesor de la lente oftálmica a lo largo de cada parte del contorno predeterminado a mecanizar con dicha segunda herramienta,

- si este espesor es superior a un espesor umbral, se mecaniza la parte correspondiente del contorno predeterminado con la tercera herramienta.

Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, éste comprende además las etapas siguientes:

- se mecanizan en primer lugar las partes del contorno predeterminado a mecanizar con la primera herramienta,

- 55 - se mecanizan a continuación las otras partes del contorno predeterminado.

Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, éste comprende además las etapas siguientes:

- 60 - se mecaniza por turno cada parte del contorno predeterminado a mecanizar con la segunda herramienta según el contorno predeterminado para esta parte antes de mecanizar otra parte del contorno predeterminado a mecanizar con la segunda herramienta.

Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, éste comprende además las etapas siguientes, para mecanizar cada parte del contorno predeterminado a mecanizar con la tercera herramienta,

- se posiciona inicialmente la tercera herramienta un poco retirada con respecto a un primer extremo de esta parte, a una cota ligeramente más grande que la del contorno predeterminado, de manera que el contorno predeterminado se reúna con dicho primer extremo de esta parte, y después

5 - se mecaniza dicha parte según el contorno predeterminado,

- por último, se lleva la tercera herramienta hasta una posición más allá del segundo extremo de esta parte, a una cota ligeramente más grande que la del contorno predeterminado.

10 Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, éste comprende además las etapas siguientes para determinar dicha primera zona de este contorno,

15 - se determina, para cada punto del contorno, una posición de dicha primera envolvente de corte, cuando dicha primera herramienta es tangente a por lo menos una parte del contorno predeterminado en este punto, y se determinan los puntos del contorno, denominados puntos adicionales recortados, que se encuentran en el interior de dicha primera envolvente de corte de dicha primera herramienta,

20 - se determina una primera magnitud representativa de la importancia del recorte, por ejemplo función del número de puntos adicionales recortados o de la distancia entre cada uno de estos puntos adicionales recortados y dicha primera envolvente de corte,

- se compara esta primera magnitud representativa con un primer valor umbral predeterminado,

25 - se atribuye dicho punto considerado del contorno a dicha primera zona del contorno en función del resultado de esta comparación.

Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, éste comprende además las etapas siguientes para determinar dicha segunda zona de este contorno,

30 - se determina, para cada punto del contorno fuera de la primera zona, una posición de dicha segunda envolvente de corte cuando dicha segunda herramienta es tangente a por lo menos una parte de dicho contorno predeterminado en este punto, y se determinan los puntos del contorno, denominados puntos adicionales recortados, que se encuentran en el interior de dicha segunda envolvente de corte de dicha segunda herramienta,

35 - se determina una segunda magnitud representativa de la importancia del recorte, por ejemplo función del número de puntos adicionales recortados o de la distancia entre cada uno de estos puntos adicionales recortados y dicha segunda envolvente de corte,

40 - se compara esta segunda magnitud representativa con un segundo valor umbral predeterminado,

- se atribuye dicho punto considerado del contorno a dicha segunda zona del contorno en función del resultado de esta comparación.

45 Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, como variante, para determinar dicha primera zona del contorno,

50 - se buscan las posiciones de dicha primera envolvente de corte en las que esta primera envolvente de corte es tangente a dicho contorno en un par de puntos y en las que no se alcanza una primera zona inaccesible del contorno situada entre los dos puntos de este par y recubierta por dicha primera envolvente de corte por esta primera envolvente de corte,

55 - se define la primera zona como que comprende por lo menos una parte del contorno, pero excluyendo los puntos de dichas primeras zonas inaccesibles.

Entonces, para determinar dicha segunda zona del contorno,

60 - se buscan las posiciones de dicha segunda envolvente de corte en las que esta segunda envolvente de corte es tangente a dicho contorno en un par de puntos y en las que no se alcanza una segunda zona inaccesible del contorno situada entre los dos puntos de este par y recubierta por dicha segunda envolvente de corte por esta segunda envolvente de corte,

65 - se define la segunda zona como que comprende por lo menos una parte del contorno pero excluyendo dicha primera zona, así como los puntos de dichas segundas zonas inaccesibles.

Como variante todavía, para determinar dicha primera zona del contorno,

- se determina, para cada punto del contorno, el radio de curvatura local del contorno en este punto,
- se compara este radio de curvatura con dicho primer diámetro de dicha primera envolvente de corte de dicha primera herramienta,
- se atribuye el punto considerado del contorno a dicha primera zona del contorno en función del resultado de esta comparación.

A continuación, para determinar dicha segunda zona del contorno:

- se determina, para cada punto del contorno fuera de la primera zona, el radio de curvatura local del contorno en este punto,
- se compara este radio de curvatura con dicho segundo diámetro de dicha segunda herramienta,
- se atribuye el punto considerado del contorno a dicha segunda zona del contorno en función del resultado de esta comparación.

La invención se refiere asimismo a un dispositivo de mecanizado de una lente oftálmica con vistas a su montaje en una montura de gafas, según un contorno predeterminado, que comprende

- por lo menos dos herramientas distintas que comprenden una primera herramienta rotativa alrededor de un primer eje, que tiene una envolvente de corte, de revolución alrededor de este primer eje, que presenta un primer diámetro y otra herramienta rotativa alrededor de un eje, que tiene otra envolvente de corte, de revolución alrededor de este eje, que presenta otro diámetro inferior a dicho primer diámetro,
- unos medios de tratamiento electrónicos adaptados para analizar por lo menos una parte de dicho contorno, para determinar, en función de dicho primer diámetro, una primera zona de este contorno adaptada para ser mecanizada, sin recortar dicho contorno predeterminado, con dicha primera herramienta.

Descripción detallada de un ejemplo de realización

La descripción siguiente haciendo referencia a los dibujos adjuntos, dada a título de ejemplo no limitativo, hará que se comprenda bien en qué consiste la invención y cómo se puede realizar.

En los dibujos adjuntos:

- las figuras 1 a 5 son unas vistas esquemáticas de diferentes lentes oftálmicas cuyos diferentes contornos son mecanizados por medio del procedimiento según la invención;
- la figura 6 es una vista esquemática en perspectiva de un dispositivo de afinado utilizado para realizar el procedimiento según la invención;
- las figuras 7 y 8 son unas vistas esquemáticas del contorno de la figura 2 discretizado por un algoritmo de análisis de los contornos y una envolvente de una herramienta de mecanizado, que ilustran dos métodos de análisis de este contorno.

Las figuras 1 a 5 muestran unas lentes 1, 2, 3, 4, 5 oftálmicas cuyos contornos respectivos 10, 20, 30, 40, 50 considerados en este caso en proyección en un plano general medio de la lente en cuestión, comprenden cada una respectivamente una zona compleja 11, 21, 31, 41, 51 delimitada respectivamente por los puntos C y D, E y F, G y J, O y R, K y N.

Cada zona compleja 11, 21, 31, 41, 51 comprende una o varias zonas de curvaturas negativas 11, 21, 34, 43A, 43B, 53A, 53B. Estas zonas de curvaturas negativas están delimitadas respectivamente por los puntos C y D, E y F, G y H, I y J, O y P, Q y R, K y L, M y N en las figuras 1 a 5.

Para afinar una de estas lentes, se la coloca en un dispositivo de mecanizado 200 conocido en sí mismo, tal como el descrito en el documento WO2008/043910.

Dicho dispositivo, como se ilustra en la figura 6, comprende:

- una báscula 204 que está montada pivotante alrededor de un eje de báscula A1, en la práctica un eje horizontal, sobre un chasis 203, y que comprende unos medios de soporte de la lente 1, 2, 3, 4, 5 que permiten una puesta en rotación motorizada de esta lente alrededor de un eje de bloqueo A2 sustancialmente perpendicular al plano medio de la lente y paralelo al eje A1;

- un tren de muelas de gran diámetro, que comprende en particular una muela grande 220, montadas sobre el chasis 203 para girar, por accionamiento motorizado, alrededor de un eje de muela A3 paralelo al eje de báscula A1;

- un módulo de acabado 235 que embarca varias herramientas de acabado, entre ellas una moleta 231 y una fresa de perforación 230 montadas rotativas alrededor de ejes A5, A6 paralelos a los ejes de báscula A1, de bloqueo A2 y de muela A3, y que está montado con pivotamiento alrededor del eje de muela A3 para el control de la posición de sus herramientas de acabado con respecto a la lente.

La muela 220 es una muela clásica, que comprende una superficie cortante que define, en su rotación alrededor del eje A3 una envolvente de corte de revolución alrededor de este eje A3, presentando un diámetro superior o igual a 80 milímetros, por ejemplo igual a 155 milímetros.

La moleta 231 es una muela de diámetro más pequeño que la muela 220, que comprende una superficie cortante que define, en su rotación alrededor del eje A5, una envolvente de corte de revolución alrededor de este eje A5, presentando preferentemente un diámetro inferior a 80 milímetros, por ejemplo igual a 11 milímetros.

La fresa 230 comprende una arista cortante que define, en su rotación alrededor del eje A6, una envolvente de corte de revolución alrededor de este eje A6, que presenta un diámetro inferior a 10 milímetros y, preferentemente, inferior a 5 milímetros, por ejemplo igual a 1,4 milímetros.

Este dispositivo de amolado 200 está pilotado por un dispositivo electrónico e informático 100. El dispositivo electrónico e informático 100 comprende unos medios de adquisición y de visualización de datos que comprenden típicamente un teclado 101 y una pantalla 102 adaptada para la visualización de una interfaz gráfica, unos medios de pilotaje aptos para pilotar los diferentes grados de libertad del dispositivo de amolado 200 y un sistema de explotación asociado a una aplicación informática adaptada para pilotar estos diferentes componentes.

El dispositivo electrónico e informático 100 posee una memoria en la que se inserta la forma del contorno 10, 20, 30, 40, 50 deseada para la lente 1, 2, 3, 4, 5.

Se entiende en la presente memoria por "contorno deseado" o "contorno predeterminado" una consigna de cota de radio de la lente que se predetermina en función de la montura en la que está destinada a estar montada la lente y en función del referencial óptico de la lente y de características geométrico-morfológicas del futuro portador. Como se representa en la figura 1, el contorno 10 está definido por una consigna de cota de radio, que consiste típicamente en una función que proporciona la distancia L(Alfa) de cada punto 13 de este contorno 10 con respecto a un centro 14 de este contorno 10 en función de un ángulo Alfa medido entre una dirección de referencia X y la recta que une el punto 13 considerado del contorno 10 y dicho centro 14.

Como el contorno 10, 20, 30, 40, 50 de la lente a afinar comprende, como se representa en las figuras 1 a 5, unas zonas complejas, el mecanizado de la lente se realiza con ayuda de por lo menos dos herramientas distintas, seleccionadas en este caso de entre las herramientas de las que dispone el dispositivo de amolado 200.

Antes de comenzar el mecanizado de dicha lente, el dispositivo electrónico e informático 100 determina qué zonas del contorno deseado de la lente van a mecanizarse mediante qué herramienta, en función de las características geométricas de este contorno deseado y en función de los diámetros de las envolventes de corte de las herramientas disponibles. Se está, en efecto, en la hipótesis de que el primer diámetro de la primera herramienta es demasiado grande para respetar la geometría del contorno deseado en sus zonas de curvatura negativa que presentan una concavidad demasiado pronunciada.

Para ello, el dispositivo electrónico e informático 100 ejecuta un algoritmo de análisis del contorno 10, 20, 30, 40, 50 deseado con el fin de determinar una primera zona 12, 22, 32, 42A, 42B, 52 del contorno que comprende los puntos de este contorno para los cuales es posible, para afinar la lente, la utilización de una primera herramienta rotativa, en este caso, la muela 220 de gran diámetro sin deteriorar la forma del contorno de la lente deseada. Más precisamente, se trata de aislar los puntos del contorno deseado en los cuales el mecanizado de la lente con la muela grande 220 para alcanzar la cota de radio de lente deseada en el punto considerado, se realiza sin recortar otras partes de la lente 1, 2, 3, 4, 5 situadas en el interior del contorno 10, 20, 30, 40, 50 deseado.

Se entiende en la presente memoria por parte recortada del contorno de la lente una parte del contorno correspondiente a un intervalo de valores del ángulo Alfa para los cuales no se puede respetar la consigna de la cota de radio debido a que el mecanizado de un punto de dicha primera zona a la consigna de la cota de radio deseado generaría un mecanizado de la lente, en este intervalo de valores del ángulo Alfa, a una cota de radio inferior a la consigna.

Para ello, según un primer modo de realización, el algoritmo de análisis discretiza el contorno 10, 20, 30, 40, 50 considerado en un conjunto 301 de puntos en proyección en un plano medio de este contorno, como se representa

en la figura 7 en el caso del contorno 20 de la figura 2. Por ejemplo, el algoritmo de análisis modeliza el contorno 20 considerado por un conjunto 301 de puntos de este contorno 20 situados todos ellos a un grado de ángulo alrededor de un centro 302 de este contorno. El conjunto 301 de puntos comprende entonces 360 puntos. El centro 302 del contorno 20 es por ejemplo el centro de un rectángulo 300 denominado "de boxing" en el que está incluido dicho contorno 20 y del cual cada lado es tangente a dicho contorno 20.

Para cada punto 303 del conjunto 301 de puntos que modelizan el contorno 20 de la lente 2, el algoritmo calcula la posición de la primera envolvente de corte 220A de la muela 220 cuando ésta es tangente a por lo menos una parte del contorno 20 en ese punto 303. Esta posición de la primera envolvente de corte 220A de la muela 220 corresponde a la posición de la muela 220 cuando ésta está en posición para mecanizar la lente 2 según el contorno 20 deseado en este punto 303.

Esta determinación de la posición de la primera envolvente de corte 220A de la muela 220 corresponde a la determinación de la posición de por lo menos un arco de círculo cuyo diámetro es el de la muela 220, correspondiente al canto de la muela 220 cuando ésta es tangente al contorno 20 al punto 303 considerado.

La muela 220 está entonces situada en el lado de este arco de círculo opuesto al lado en el que se sitúa el centro 302 del contorno 20.

El algoritmo busca a continuación los puntos del contorno 301 que se encuentran en el interior de esta primera envolvente de corte 220A, es decir, situados en el lado del arco de círculo correspondiente a la muela 220, si existe. Estos puntos corresponden a los puntos adicionales recortados por la muela 220 cuando ésta mecaniza la lente 2 en el punto 303 considerado del contorno 20. Dichos puntos adicionales recortados pertenecen a dicha parte recortada del contorno.

Para ello, el algoritmo de análisis calcula la distancia entre cada punto del contorno que se encuentra en el interior de la primera envolvente de corte y dicha primera envolvente de corte. Si esta distancia es superior a un umbral de distancia predeterminado, el algoritmo de análisis retiene el punto considerado como si estuviera situado en el interior de dicha envolvente. Si esta distancia es inferior a dicho umbral de distancia predeterminado, el algoritmo de análisis determina que el punto considerado no es un punto adicional recortado. Este umbral de distancia está comprendido por ejemplo entre 0 y 0,2 milímetros.

El algoritmo de análisis determina a continuación una primera magnitud representativa de la importancia del recorte en este punto 303, compara esta primera magnitud con un primer valor umbral predeterminado y atribuye dicho punto 303 considerado a dicha primera zona 12, 22, 32, 42A, 42B, 52 en función del resultado de esta comparación.

Por ejemplo, esta primera magnitud representativa de la importancia del recorte es función del número de puntos adicional recortados en el punto considerado. Es por ejemplo igual al número de puntos adicionales recortados.

Si este número de puntos adicionales recortados es inferior a un primer número umbral predeterminado, el punto 303 considerado del contorno 20 es atribuido a la primera zona 22 de este contorno adaptado para ser mecanizado, sin recortar dicho contorno 20 predeterminado, con la muela 220. Dicho primer número umbral está comprendido por ejemplo entre 1 y 10. Este primer número umbral se determina en función del número total de puntos del conjunto 301 de puntos o en función del intervalo entre cada punto sucesivo de este conjunto 301.

Éste es el caso por ejemplo del punto adicional 303 representado en la figura 7, para el cual no hay ningún punto adicional recortado por la muela 220, y de los puntos del subconjunto de puntos 304 correspondiente a la parte 22 del contorno 20.

Alternativamente, esta primera magnitud representativa de la importancia del recorte es función de la distancia entre cada uno de estos puntos adicionales recortados y dicha primera envolvente de corte 220A, denominada la anchura recortada de la lente. El algoritmo de análisis determina entonces la anchura recortada de la lente 2 en estos puntos adicionales recortados.

Si esta anchura recortada es inferior para todos los puntos adicionales recortados a una primera anchura umbral predeterminada, el punto 303 considerado del contorno 20 es atribuido a dicha primera zona. Esta primera anchura umbral está comprendida por ejemplo entre 0,5 y 2 milímetros.

En el caso de las lentes 1, 2, 3, 5 representadas en las figuras 1 a 3 y 5, esta primera zona corresponde a las partes 12, 22, 32, 52 del contorno 10, 20, 30, 50 que se encuentra fuera de la zona compleja 11, 21, 31, 51. En el caso de la lente 4 representada en la figura 4, esta primera zona corresponde a la parte 42A del contorno 40 que se encuentra fuera de la zona compleja 41 y a la parte 42B del contorno 40 situada en medio de la zona compleja 41.

Según el procedimiento de acuerdo con la invención, el dispositivo electrónico e informático 100 del dispositivo de amolado 200 ordena entonces el mecanizado de por lo menos una parte de dicha primera zona 12, 22, 32, 42A, 42B, 52 del contorno 10, 20, 30, 40, 50 con dicha muela 220 y el mecanizado de por lo menos una parte del resto

del contorno con otra herramienta rotativa alrededor de un eje, que tiene otra envolvente de corte de revolución alrededor de este eje, que presenta otro diámetro inferior al diámetro de dicha muela. Esta otra herramienta rotativa es en este caso la moleta 231 o la fresa 230.

Por ejemplo, según un primer modo de realización de la invención, el dispositivo electrónico e informático 100 del dispositivo de amolado 200 ordena el mecanizado de la totalidad de la primera zona 12 del contorno 10 de la lente 1 con la muela grande 220 y el mecanizado del resto del contorno 11 con la moleta 231. De la misma forma, el dispositivo electrónico e informático 100 del dispositivo de amolado 200 ordena el mecanizado de la totalidad de la primera zona 22 del contorno 20 de la lente 2 con la muela grande 220 y el mecanizado del resto del contorno 21 con la fresa 230.

De acuerdo con un segundo modo de realización, el algoritmo de análisis determina una segunda zona de este contorno 10, 20, 30, 40, 50 fuera de la primera zona, adaptada para ser mecanizada con una segunda herramienta rotativa alrededor de un segundo eje, que tiene una segunda envolvente de corte de revolución alrededor de este segundo eje que presenta un segundo diámetro con respecto a este eje inferior a dicho primer diámetro. Esta segunda herramienta puede ser en el ejemplo detallado la moleta 231 o la fresa 230.

Para ello, en el caso por ejemplo del contorno de la figura 2, para cada punto del conjunto de puntos 301 que no pertenece a la primera zona, el algoritmo de análisis ejecuta las mismas etapas que las expuestas anteriormente: el algoritmo calcula la posición de la segunda envolvente de corte de la segunda herramienta (en este caso la moleta 231 o la fresa 230) cuando ésta es tangente a por lo menos una parte del contorno en el punto considerado, lo cual corresponde a la posición de la segunda herramienta para mecanizar la lente 2 según el contorno 20 deseado en este punto. Para ello, determina la posición, en el plano medio del contorno, de por lo menos un arco de círculo cuyo diámetro es el de dicha segunda herramienta, cuando ésta es tangente al contorno 20 en el punto considerado.

El algoritmo busca a continuación los puntos del contorno que se encuentra en el interior de dicha segunda envolvente de corte, es decir, situado en el lado del arco de círculo correspondiente a la segunda herramienta, si existe. Estos puntos corresponden a los puntos adicionales recortados por la segunda herramienta cuando ésta mecaniza la lente 2 en el punto considerado del contorno 20.

Como anteriormente, el algoritmo de análisis determina a continuación una segunda magnitud representativa de la importancia del recorte en este punto, compara esta segunda magnitud con un segundo valor umbral predeterminado y atribuye dicho punto considerado a dicha segunda zona en función del resultado de esta comparación.

Por ejemplo, esta segunda magnitud representativa de la importancia del recorte es función del número de puntos adicionales recortados en el punto considerado. Ésta es por ejemplo igual al número de estos puntos adicionales recortados.

Si el número de puntos adicionales recortados es inferior a un segundo número umbral predeterminado, el punto considerado del contorno 20 es atribuido a la segunda zona de este contorno 20 adaptada para ser mecanizada, sin recortar dicho contorno 20 predeterminado, con la segunda herramienta. Típicamente, el segundo número umbral está comprendido entre 1,5 por ciento y 3 por ciento del número total de puntos del conjunto de puntos que modelizan el contorno de la lente.

Alternativamente, esta segunda magnitud representativa de la importancia del recorte es función de la distancia entre cada uno de estos puntos adicionales recortados y dicha segunda envolvente de corte, denominada la anchura recortada de la lente. El algoritmo de análisis determina entonces la anchura recortada de la lente 2 en estos puntos adicionales recortados.

Si esta anchura recortada es inferior para todos los puntos adicionales recortados en una segunda anchura umbral predeterminada, el punto considerado del contorno 20 es atribuido a la segunda zona.

Se considera en la continuación de la descripción que la segunda herramienta es la moleta 231.

A continuación, el algoritmo de análisis determina que la segunda zona del contorno 10 representado en la figura 1 es la zona compleja 11, que la segunda zona del contorno 20 representado en la figura 2 está vacía, que la segunda zona del contorno 30 representado en la figura 3 comprende las partes 33A, 33B de la zona compleja 31, que la segunda zona del contorno 40 representado en la figura 4 comprende las partes 43A, 43B de la zona compleja 41, y que la segunda zona del contorno 50 representado en la figura 5 comprende la parte 54 de la zona compleja 51.

El dispositivo electrónico e informático 100 ordena entonces el mecanizado de por lo menos una parte de la segunda zona 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54 del contorno 10, 30, 40, 50 con la moleta 231.

El resto del contorno 20, 30, 40, 50 forma una tercera zona 21, 34, adaptada para ser mecanizada con una tercera herramienta rotativa alrededor de un tercer eje, que tiene una tercera envolvente de corte de revolución alrededor de

este tercer eje, que presenta un tercer diámetro inferior a dicho segundo diámetro. Esta tercera herramienta es en este caso la fresa 230.

5 Alternativamente, la segunda herramienta puede ser una primera fresa y la tercera herramienta es entonces por ejemplo una segunda fresa de diámetro más pequeño que la primera.

El diámetro de esta tercera herramienta 230 se elige bastante pequeño para poder mecanizar los detalles más pequeños del contorno 10, 20, 30, 40, 50.

10 Como variante, el algoritmo de análisis puede determinar dicha tercera zona del contorno 10, 20, 30, 40, 50, aplicando las mismas etapas que las descritas anteriormente en el caso de la primera y de la segunda herramientas, utilizando la tercera envolvente de corte de esta tercera herramienta.

15 El algoritmo de análisis puede utilizar asimismo otros métodos de determinación de las primera y segunda zonas, como variante de los dos modos de realización que se acaban de describir.

20 Por ejemplo, el algoritmo de análisis busca las posiciones de dicha primera envolvente de corte en las que esta primera envolvente de corte es tangente a dicho contorno en un par de puntos y en las que no se alcanza, mediante esta primera envolvente de corte, una primera zona inaccesible del contorno situada entre los dos puntos de este par y recubierta por dicha primera envolvente de corte.

Esta variante está ilustrada por la figura 8. En esta figura, se ha representado el contorno 20 de la lente 2 de la figura 2, modelizado por el conjunto 301 de puntos.

25 Alternativamente, el algoritmo de análisis puede utilizar asimismo el contorno no discretizado de la lente.

En este ejemplo, el algoritmo de análisis encuentra una posición de la primera envolvente de corte 220A en la que ésta es tangente a un par de dos puntos 306, 307 del conjunto de puntos 301.

30 La zona del contorno 20, que comprende los puntos 305 comprendidos entre los dos puntos 306, 307, que corresponde a la zona compleja 21 del contorno 20, está recubierta por la primera envolvente 220A de la muela 220 y no se alcanza por esta primera envolvente 220A: la zona de los puntos 305 es inaccesible a esta muela 220 y la consigna de radio del contorno en estos puntos 305 no se puede alcanzar con la ayuda de la muela 220.

35 El algoritmo de análisis define entonces la primera zona 12, 22, 32, 42A, 42B, 52 como que comprende por lo menos una parte del contorno, pero excluyendo los puntos de dichas primeras zonas inaccesibles.

40 En la presente memoria, la primera zona 22 se define como que comprende el conjunto del contorno 20, con exclusión de la zona inaccesible de los puntos 305, que corresponde a la zona compleja 21.

45 Entonces, de la misma manera, para determinar dicha segunda zona 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54 del contorno, el algoritmo de análisis busca las posiciones de dicha segunda envolvente de corte en las que esta segunda envolvente de corte es tangente a dicho contorno en un par de puntos y en las que una segunda zona inaccesible del contorno situada entre los dos puntos de este par y recubierta por dicha segunda envolvente de corte no es alcanzada por esta segunda envolvente de corte.

50 El algoritmo de análisis define la segunda zona 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54 como que comprende por lo menos una parte del contorno 10, 20, 30, 40, 50, pero excluyendo dicha primera zona 12, 22, 32, 42A, 42B, 52, así como los puntos de dichas segundas zonas inaccesibles.

55 El algoritmo de análisis puede o bien atribuir a la tercera zona entonces los puntos del contorno que no pertenecen ni a la primera zona 12, 22, 32, 42A, 42B, 52, ni a la segunda zona 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54, o bien determinar la tercera zona realizando las mismas etapas que las descritas anteriormente, para la tercera envolvente de la tercera herramienta, aquí la fresa.

Según otro método, para determinar dicha primera zona 12, 22, 32, 42A, 42B, 52 del contorno,

- el algoritmo de análisis determina, para cada punto del contorno, el radio de curvatura local del contorno en este punto,

- compara este radio de curvatura con dicho primer diámetro de dicha primera envolvente de corte de dicha primera herramienta,

- atribuye el punto considerado del contorno a dicha primera zona 12, 22, 32, 42A, 42B, 52 del contorno en función del resultado de esta comparación.

El algoritmo de análisis compara por ejemplo para cada punto del contorno 10, 20, 30, 40, 50, el radio de curvatura del contorno en este punto con el producto del primer diámetro de dicha primera envolvente de corte 220A de dicha primera herramienta, en este caso la muela 220, por un primer factor comprendido preferentemente entre 0,5 y 1,5, por ejemplo igual a 1.

Dado que el primer diámetro de la primera herramienta es igual al doble del radio de curvatura de esta herramienta, esto viene a ser como comparar el radio de curvatura del contorno en este punto y el radio de curvatura de la primera herramienta multiplicado por un factor comprendido entre 1 y 3, por ejemplo igual a 2.

Si el radio de curvatura del contorno en el punto considerado es superior al primer diámetro multiplicado por dicho primer factor, el punto considerado es atribuido por el algoritmo de análisis a dicha primera zona 12, 22, 32, 42A, 42B, 52.

Entonces, para determinar dicha segunda zona 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54 del contorno:

- el algoritmo de análisis determina, para cada punto del contorno fuera de la primera zona 12, 22, 32, 42A, 42B, 52, el radio de curvatura local del contorno en este punto,
- compara este radio de curvatura con dicho segundo diámetro de dicha segunda herramienta,
- atribuye el punto considerado del contorno a dicha segunda zona 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54 del contorno en función del resultado de esta comparación.

Por ejemplo, si el punto considerado anteriormente no es atribuido a dicha primera zona 12, 22, 32, 42A, 42B, 52, el algoritmo de análisis compara el radio de curvatura del contorno en este punto con el segundo diámetro de la segunda envolvente de la segunda herramienta, en este caso la moleta 231, para determinar si este punto pertenece a dicha segunda zona 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54.

Para ello, el algoritmo de análisis compara por ejemplo para cada punto del contorno 10, 20, 30, 40, 50 que no pertenece a la primera zona 12, 22, 32, 42A, 42B, 52, el radio de curvatura del contorno en este punto con el producto del segundo diámetro de dicha segunda envolvente de corte de dicha segunda herramienta por un segundo factor comprendido preferentemente entre 0,5 y 1,5, por ejemplo igual a 1.

Dado que el segundo diámetro de la herramienta es igual al doble del radio de curvatura de la segunda herramienta, esto viene a equivaler como anteriormente a comparar el radio de curvatura del contorno en este punto y el radio de curvatura de la segunda herramienta multiplicado por un factor comprendido entre 1 y 3, por ejemplo igual a 2.

Si el radio de curvatura del contorno en el punto considerado es superior al segundo diámetro multiplicado por dicho segundo factor, el punto considerado es atribuido por el algoritmo de análisis a dicha segunda zona 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54.

Como anteriormente, el algoritmo de análisis puede entonces o bien atribuir la tercera zona los puntos del contorno que no pertenecen ni a la primera zona 12, 22, 32, 42A, 42B, 52 ni a la segunda zona 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54, o bien determinar la tercera zona realizando las mismas etapas que las descritas anteriormente, para la tercera envolvente de la tercera herramienta, en este caso la fresa 230. El algoritmo de análisis compara entonces el radio de curvatura del contorno en el punto considerado con el diámetro de la tercera envolvente de corte de la tercera herramienta multiplicado por un tercer factor comprendido preferentemente entre 0,5 y 1,5, por ejemplo igual a 1.

Cada primera zona 12, 22, 32, 42A, 42B, 52, segunda zona 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54 y tercera zona 21, 34, 53A, 53B es continua o está formada por un conjunto de subzonas separadas unas de otras por una subzona o una zona de las otras dos zonas.

Así, en el caso más general por ejemplo en el caso de los contornos 30, 50 representados en las figuras 3 y 5, el contorno 30, 50 deseado está dividido, al final de estas etapas del algoritmo, en una pluralidad de subzonas destinadas a ser mecanizadas cada una por la herramienta correspondiente.

Según un tercer modo de realización de la invención, el dispositivo electrónico e informático 100 ordena el mecanizado de cada subzona o zona de las primera, segunda y tercera zonas con, respectivamente, las primera, segunda y tercera herramientas correspondientes en este caso a la muela 220, la moleta 231 y la fresa 230.

Según un cuarto modo de realización, el algoritmo de análisis determina las subzonas de la segunda zona que enmarcan una subzona de la tercera zona.

El dispositivo electrónico e informático 100 ordena entonces el mecanizado de la segunda zona, con la exclusión de dichas subzonas de dicha segunda zona que enmarcan una subzona de la tercera zona, con dicha moleta 231, y el mecanizado de dicha tercera zona y dichas subzonas de dicha segunda zona que enmarcan una subzona de la

tercera zona, con la fresa 230.

En el caso del contorno 30 representado en la figura 3, las subzonas 33A, 33B de la segunda zona enmarcan la tercera zona 34.

El dispositivo electrónico e informático 100 ordena entonces el mecanizado de la primera zona 32 por la muela 220 y el mecanizado del conjunto de las dos subzonas 33A, 33B de la segunda zona y de la tercera zona 34 por la fresa 230. De esta manera, se evitan dos cambios de herramientas en el curso del mecanizado de la zona compleja 31 del contorno 30. El mecanizado del conjunto del contorno 30 de lente 3 es así más rápido.

Según un quinto modo de realización, el algoritmo de análisis determina la longitud de cada subzona de la primera zona que separa dos subzonas de la segunda zona y la compara con un primer valor de longitud umbral.

El dispositivo electrónico e informático 100 del dispositivo de amolado 200 ordena entonces el mecanizado de cada subzona de la primera zona cuya longitud es inferior a dicho primer valor de longitud umbral con la moleta 231. Este primer valor de longitud umbral está comprendido por ejemplo entre 2 y 10 milímetros, igual por ejemplo a 5 milímetros.

En el caso del contorno 40 representado en la figura 4, la primera zona comprende dos subzonas 42A, 42B, de las cuales una 42B está enmarcada por dos subzonas de la segunda zona. La subzona 42B presenta en este caso una longitud de algunos milímetros inferior al primer valor de longitud umbral de 5 milímetros.

Por tanto, el dispositivo electrónico e informático 100 del dispositivo de amolado 200 ordena el mecanizado del conjunto de la zona compleja 11 que comprende las dos subzonas 43A y 43B de la segunda zona y la subzona 42B de la primera zona por la moleta. Sólo la parte 42A de la primera zona es mecanizada por la muela 220.

Asimismo, según un sexto modo de realización, el algoritmo de análisis determina la longitud de cada subzona de la primera zona que separa dos subzonas de la tercera zona y la compara con un segundo valor de longitud umbral.

El dispositivo electrónico e informático 100 del dispositivo de amolado 200 ordena entonces el mecanizado de cada subzona de la primera zona cuya longitud es inferior a dicho segundo valor de longitud umbral con la fresa 230. Este segundo valor de longitud umbral está comprendido por ejemplo entre 2 y 10 milímetros, es igual por ejemplo a 5 milímetros.

Según un séptimo modo de realización, el algoritmo de análisis determina la longitud de cada subzona de la segunda zona que separa dos subzonas de la tercera zona y la compara con un tercer valor de longitud umbral.

El dispositivo electrónico e informático 100 del dispositivo de amolado 200 ordena entonces el mecanizado de cada subzona de la segunda zona cuya longitud es inferior a dicho tercer valor umbral de longitud con la fresa 230.

Este tercer valor de longitud umbral está comprendido por ejemplo entre 2 y 10 milímetros, es igual por ejemplo a 5 milímetros.

En el caso del contorno 50 representado en la figura 5, la tercera zona comprende dos subzonas 53A, 53B que enmarcan la segunda zona 54. La segunda zona 54 presenta en este caso una longitud de algunos milímetros inferior al tercer valor de longitud umbral de 5 milímetros.

Por tanto, el dispositivo electrónico e informático 100 del dispositivo de amolado 200 ordena el mecanizado de la primera zona 52 por la muela 220 y el mecanizado del conjunto de la zona compleja 51 que comprende las dos subzonas 53A y 53B de la tercera zona y la segunda zona 54 por la fresa 230.

Según un octavo modo de realización de la invención, el algoritmo de análisis determina la cantidad de material a mecanizar de la lente 1, 2, 3, 4, 5 para cada parte del contorno 10, 20, 30, 40, 50 a mecanizar con la moleta 231 y la compara con un valor umbral de cantidad de material.

La cantidad de material a mecanizar corresponde a la superficie comprendida entre el borde bruto de la lente 1, 2, 3, 4, 5 antes del mecanizado y el contorno 10, 20, 30, 40, 50 deseado para la lente afinada, multiplicada por el espesor medio de la lente 1, 2, 3, 4, 5.

Para cada una de estas partes del contorno 10, 20, 30, 40, 50 a mecanizar con dicha moleta, si la cantidad de material determinada es superior a dicho valor umbral de cantidad de material, el dispositivo electrónico e informático 100 ordena el mecanizado de esta parte del contorno 10, 20, 30, 40, 50 con la fresa 230.

La moleta 231 está poco adaptada a la retirada de una gran cantidad de material y su utilización con este fin es larga y fastidiosa. La utilización de la fresa 230 permite acelerar el afinado del contorno 10, 20, 30, 40, 50.

Como variante, para cada una de estas partes del contorno 10, 20, 30, 40, 50 a mecanizar con la moleta 231, si la cantidad de material determinada es superior a dicho valor umbral de cantidad de material, el dispositivo electrónico e informático 100 ordena el mecanizado de esta parte del contorno 10, 20, 30, 40, 50 según un trazado ligeramente más grande que este contorno 10, 20, 30, 40, 50 predeterminado con la fresa 230 y después el mecanizado de esta parte del contorno según el contorno 10, 20, 30, 40, 50 predeterminado con la moleta 231.

Así, se reduce la cantidad de material a mecanizar con la moleta puesto que una parte de esta cantidad de material se ha retirado previamente por el recorte efectuado con la fresa. Además, se mejora el estado de superficie del canto de la lente 1, 2, 3, 4, 5 así obtenido.

Cada parte del contorno 10, 20, 30, 40, 50 a mecanizar con la moleta 231, para la cual la cantidad de material a mecanizar es inferior al valor umbral de cantidad de material, se mecaniza según el contorno 10, 20, 30, 40, 50 predeterminado con la moleta 231.

Según un noveno modo de realización de la invención, el algoritmo de análisis determina la fracción de la longitud del contorno 10, 20, 30, 40, 50 predeterminado a mecanizar con la moleta, y si esta fracción es superior a una primera fracción umbral, se mecaniza la totalidad del contorno 10, 20, 30, 40, 50 predeterminado con la moleta 231.

Esta primera fracción umbral está comprendida entre 75 por ciento y 100 por ciento, por ejemplo es igual a 80 por ciento.

Así, los cambios de herramientas en el curso del mecanizado son limitados y éste es más rápido.

De acuerdo con un décimo modo de realización de la invención, el algoritmo de análisis determina la fracción de la longitud del contorno 10, 20, 30, 40, 50 predeterminado a mecanizar con la fresa 230, y si esta fracción es superior a una segunda fracción umbral, se mecaniza la totalidad del contorno 10, 20, 30, 40, 50 predeterminado con esta fresa.

Esta tercera fracción umbral está comprendida entre 75 por ciento y 100 por ciento, por ejemplo es igual a 80 por ciento.

Así, los cambios de herramientas en el curso del mecanizado son limitados y éste es más rápido.

Según un undécimo modo de realización de la invención, el algoritmo de análisis determina el espesor de la lente 1, 2, 3, 4, 5 oftálmica a lo largo de cada parte del contorno 10, 20, 30, 40, 50 predeterminado a mecanizar con la moleta 231.

Esta determinación se realiza en función el contorno 10, 20, 30, 40, 50 y de las características geométricas y ópticas de la lente 1, 2, 3, 4, 5.

Si el espesor determinado es superior a un espesor umbral, se mecaniza la parte correspondiente del contorno 10, 20, 30, 40, 50 predeterminado con la fresa 230.

Cualquiera que sea el modo de realización de la invención, en la práctica, el dispositivo electrónico e informático 100 ordena preferentemente, en primer lugar, el mecanizado de las partes del contorno 10, 20, 30, 40, 50 a mecanizar con la muela 220, y después el mecanizado de las otras partes del contorno.

Además, el dispositivo electrónico e informático 100 ordena preferentemente, por turno, el mecanizado completo de cada parte del contorno 10, 30, 40, 50 a mecanizar con la moleta 231 según dicho contorno antes de ordenar el mecanizado de otra parte del contorno 10, 30, 40, 50 predeterminado a mecanizar con la moleta 231.

En efecto, el mecanizado de cada parte del contorno 10, 30, 40, 50 a mecanizar con la moleta 231 se realiza preferentemente en varias pasadas sucesivas a lo largo de dicha parte, mecanizando únicamente dicha parte, por un movimiento de vaivén de la moleta 231. Las pasadas se calculan en función del espesor máximo de la lente 1, 2, 3, 4, 5 al nivel de esta parte del contorno. Cuanto más gruesa sea la lente 1, 2, 3, 4, 5, más pequeñas serán las pasadas, de manera que cada pasada retira un volumen equivalente de material.

Además, con el fin de mejorar el aspecto de los puntos de unión entre las partes del contorno 20, 30, 40, 50 a mecanizar con la fresa y las otras partes, el dispositivo electrónico e informático 100 ordena preferentemente el posicionamiento inicial de la fresa un poco retirada con respecto a un primer extremo de la parte del contorno a mecanizar con la fresa, a una cota ligeramente más grande que la del contorno predeterminado, con el fin de reunir el contorno 20, 30, 40, 50 con el primer extremo de esta parte.

El dispositivo electrónico e informático 100 ordena a continuación el mecanizado de esta parte según el contorno 20, 30, 40, 50.

En el segundo extremo de esta parte del contorno, el dispositivo electrónico e informático 100 ordena el movimiento de la fresa 230 hasta una posición situada más allá de este segundo extremo, a una cota ligeramente más grande que la del contorno 20, 30, 40, 50.

5 Así, el empalme entre las partes del contorno de la lente 2, 3, 4, 5 mecanizadas por la fresa 230 y las otras partes es más discreto.

10 Según todavía otro aspecto ventajoso, con el fin de limitar la utilización de las herramientas distintas de la muela 220, el algoritmo de análisis puede modificar ligeramente el contorno 10, 20, 30, 40, 50 predeterminado con el fin de optimizar la longitud de la primera zona. Para ello, el algoritmo de análisis determina los puntos del contorno 10, 20, 30, 40, 50 situados en cada extremo de las subzonas de la primera zona 12, 22, 32; 42A, 42B, 52 y determina la posición de la muela 220 cuando ésta mecaniza cada uno de estos puntos extremos.

15 El algoritmo de análisis sustituye entonces un tercer número predeterminado de puntos de la segunda zona situados en la proximidad de cada punto extremo de la primera zona por unos puntos del arco de círculo que delimitan el canto de dicha muela 220 cuando ésta mecaniza el punto extremo correspondiente. Los puntos del arco de círculo que sustituyen los puntos del contorno 10, 20, 30, 40, 50 son en número igual a dicho tercer número de puntos sustituidos y están espaciados en un intervalo regular.

20 La presente invención no está limitada en absoluto a los modos de realización descritos y representados, pero el experto en la materia sabrá aportar a la misma cualquier variante de acuerdo con su espíritu.

En particular, los diferentes modos de realización descritos pueden combinarse entre ellos.

25 La primera herramienta rotativa considerada puede ser asimismo otra herramienta rotativo, por ejemplo la moleta o la fresa.

Las segunda y tercera herramientas rotativas son entonces por ejemplo unas fresas de diámetros apropiados.

30 Además, se puede contemplar que sólo una parte del contorno de la lente sea susceptible de comprender unas zonas de curvatura negativa. Por ejemplo, las zonas de curvatura negativas pueden estar localizadas sobre la parte superior o la parte inferior del contorno con respecto a una línea que une la ubicación del puente nasal de la montura sobre la cual está destinada a ser montada la lente en la ubicación de la patilla de esta montura.

35 Como variante, las zonas de curvatura negativas pueden estar localizadas sobre la parte izquierda o la parte derecha del contorno con respecto a una mediatriz del segmento que une la ubicación del puente nasal de la montura a la ubicación de la patilla de esta montura.

40 Se puede contemplar entonces que sólo se analice la parte correspondiente del contorno de la lente antes del mecanizado de la lente.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de mecanizado de una lente (1, 2, 3, 4, 5) oftálmica con vistas a su montaje en una montura de gafas, según un contorno (10, 20, 30, 40, 50) predeterminado, por medio de por lo menos dos herramientas distintas, entre ellas una primera herramienta (220) rotativa alrededor de un primer eje (A3), que tiene una primera envolvente de corte, de revolución alrededor de este eje (A3), que presenta un primer diámetro, y por lo menos otra herramienta (230; 231) rotativa alrededor de un eje (A5; A6) que tiene otra envolvente de corte, de revolución alrededor de este eje (A5; A6), que presenta otro diámetro inferior a dicho primer diámetro, comprendiendo dicho procedimiento las etapas siguientes:

- analizar por lo menos una parte de dicho contorno (10, 20, 30, 40, 50) para determinar, en función de dicho primer diámetro, una primera zona (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) de este contorno (10, 20, 30, 40, 50) adaptada para ser mecanizada, sin recortar dicho contorno (10, 20, 30, 40, 50) predeterminado, con dicha primera herramienta (220),
- mecanizar por lo menos una parte de dicha primera zona (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) de este contorno (10, 20, 30, 40, 50) predeterminado con dicha primera herramienta (220),
- mecanizar por lo menos una parte del resto del contorno (10, 20, 30, 40, 50) con dicha otra herramienta (230; 231).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha por lo menos otra herramienta comprende una segunda herramienta (231) rotativa alrededor de un segundo eje (A5), que tiene una segunda envolvente de corte, de revolución alrededor de este segundo eje (A5), que presenta un segundo diámetro inferior a dicho primer diámetro, comprendiendo el procedimiento además las etapas siguientes:

- analizar por lo menos una parte de dicho contorno (10, 20, 30, 40, 50) para determinar, en función de dicho segundo diámetro, una segunda zona (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) de este contorno (10, 20, 30, 40, 50) fuera de la primera zona (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) adaptada para ser mecanizada con dicha segunda herramienta (231) sin recortar dicho contorno,
- mecanizar por lo menos una parte de la segunda zona (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) con dicha segunda herramienta,
- formando el resto del contorno (10, 20, 30, 40, 50) una tercera zona (21, 34, 53A, 53B) mecanizada con una tercera herramienta (230) rotativa alrededor de un tercer eje (A6), que tiene una tercera envolvente de corte, de revolución alrededor de este tercer eje, que presenta un tercer diámetro inferior a dicho segundo diámetro.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 y 2, en el que dicha por lo menos otra herramienta comprende una segunda herramienta (231) rotativa alrededor de un segundo eje (A5), que tiene una segunda envolvente de corte, de revolución alrededor de este segundo eje (A5), que presenta un segundo diámetro alrededor de este eje inferior a dicho primer diámetro y una tercera herramienta (230) rotativa alrededor de un tercer eje (A6), que tiene una tercera envolvente de corte, de revolución alrededor de este tercer eje (A6), que presenta un tercer diámetro inferior a dicho segundo diámetro, comprendiendo el procedimiento además las etapas siguientes:

- determinar, en función de dicho segundo diámetro, una segunda zona (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) de este contorno (10, 20, 30, 40, 50) fuera de la primera zona (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) adaptada para ser mecanizada con dicha segunda herramienta (231) sin recortar dicho contorno,
 - determinar, en función de dicho tercer diámetro, una tercera zona (21, 34, 53A, 53B) de este contorno (10, 20, 30, 40, 50) fuera de las primera y segunda zonas (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54), adaptada para ser mecanizada con dicha tercera herramienta (230) sin recortar dicho contorno,
- estando cada una de las segunda (33A, 33B, 43A, 43B, 54) y tercera (34, 53A, 53B) zonas, formada por un conjunto de subzonas separadas unas de otras por una subzona o una zona de una de las primera (32, 42A, 42B, 52), segunda (33A, 33B, 43A, 43B, 54) y tercera (34, 53A, 53B) zonas,
- determinar las subzonas de dicha segunda zona (33A, 33B, 43A, 43B, 54) que enmarcan una subzona de la tercera zona (34, 53A, 53B),
 - mecanizar la segunda zona (33A, 33B, 43A, 43B, 54), con exclusión de dichas subzonas de dicha segunda zona (33A, 33B, 43A, 43B, 54) que enmarcan una subzona de la tercera zona (34, 53A, 53B) con dicha segunda herramienta,
 - mecanizar dicha tercera zona (34, 53A, 53B) y dichas subzonas de dicha segunda zona (33A, 33B, 43A, 43B, 54) que enmarcan una subzona de la tercera zona (34, 53A, 53B), con dicha tercera herramienta (230).

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 y 3, según el cual, estando cada una de las primera (42A, 42B) y segunda (43A, 43B) zonas, formada por un conjunto de subzonas separadas unas de otras por una subzona o una zona de una de las primera (42A, 42B), segunda (43A, 43B) y tercera zonas,

- se determina la longitud de cada subzona de la primera zona (42A, 42B) que separa dos subzonas de la segunda zona (43A, 43B) y se la compara con un primer valor de longitud umbral,
- se mecaniza cada subzona de la primera zona (42A, 42B) cuya longitud es inferior a dicho primer valor de longitud umbral con dicha segunda herramienta.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, en el que, estando cada una de las primera (22, 32, 52) y tercera (21, 34, 53A, 53B) zonas formada por un conjunto de subzonas separadas unas de otras por una subzona de una de las primera (22, 32, 52), segunda (33A, 33B, 43A, 43B, 54) y tercera (21, 34, 53A, 53B) zonas:

- se determina la longitud de cada subzona de la primera zona (22, 32, 52) que separa dos subzonas de la tercera zona (21, 34, 53A, 53B) y se la compara con un segundo valor de longitud umbral,
- se mecaniza cada subzona de la primera zona (32, 52) cuya longitud es inferior a dicho segundo valor de longitud umbral con dicha tercera herramienta (230).

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 5, según el cual, estando cada segunda zona (54) y tercera zona (53A, 53B) formada por un conjunto de subzonas separadas unas de otras por una subzona de una de las primera (52), segunda (54) y tercera (53A, 53B) zonas,

- se determina la longitud de cada subzona de la segunda zona (54) que separa dos subzonas de la tercera zona (53A, 53B) y se la compara con un tercer valor de longitud umbral,
- se mecaniza cada subzona de la segunda zona (54) cuya longitud es inferior a dicho tercer valor de longitud umbral con dicha tercera herramienta (230).

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 6, que comprende además las etapas siguientes:

- determinar la cantidad de material a mecanizar de la lente (1, 3, 4, 5) para cada parte del contorno (10, 30, 40, 50) a mecanizar con dicha segunda herramienta (231) y compararla con un valor umbral de cantidad de material,
- para cada una de estas partes del contorno (10, 30, 40, 50) a mecanizar con dicha segunda herramienta, si la cantidad de material determinada es superior a dicho valor umbral de cantidad de material, se mecaniza esta parte del contorno (10, 30, 40, 50) según un contorno (10, 30, 40, 50) ligeramente más grande que el contorno (10, 30, 40, 50) predeterminado con dicha tercera herramienta (230) y después se mecaniza esta parte del contorno (10, 30, 40, 50) según el contorno (10, 30, 40, 50) predeterminado con dicha segunda herramienta (231),
- para cada parte del contorno (10, 30, 40, 50) a mecanizar con dicha segunda herramienta para la cual la cantidad de material a mecanizar es inferior al valor umbral de cantidad de material, se mecaniza dicha parte según el contorno (10, 30, 40, 50) predeterminado con dicha segunda herramienta (231).

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 7, según el cual:

- se determina la fracción de la longitud del contorno (10, 30, 40, 50) predeterminado a mecanizar con dicha segunda herramienta (231),
- si esta fracción es superior a una primera fracción umbral, se mecaniza la totalidad del contorno (10, 30, 40, 50) predeterminado con dicha segunda herramienta.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 8, según el cual:

- se determina la fracción de la longitud del contorno (20, 30, 40, 50) predeterminado a mecanizar con dicha tercera herramienta (230),
- si esta fracción es superior a una segunda fracción umbral, se mecaniza la totalidad del contorno (20, 30, 40, 50) predeterminado con dicha tercera herramienta.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 9, según el cual:

- se determina el espesor de la lente (1, 3, 4, 5) oftálmica a lo largo de cada parte del contorno (10, 30, 40, 50)

predeterminado a mecanizar con dicha segunda herramienta (231),

- si este espesor es superior a un espesor umbral, se mecaniza la parte correspondiente del contorno (10, 30, 40, 50) predeterminado con la tercera herramienta (230).

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 10, según el cual, para mecanizar cada parte del contorno (20, 30, 40, 50) predeterminado a mecanizar con la tercera herramienta (230),

- se posiciona inicialmente la tercera herramienta un poco retirada con respecto a un primer extremo de esta parte, a una cota ligeramente más grande que la del contorno (20, 30, 40, 50) predeterminado, con el fin de reunir el contorno (20, 30, 40, 50) predeterminado con dicho primer extremo de esta parte, y después

- se mecaniza dicha parte según el contorno (20, 30, 40, 50) predeterminado, y después

- se lleva la tercera herramienta (230) hasta una posición más allá del segundo extremo de esta parte, a una cota ligeramente más grande que la del contorno (20, 30, 40, 50) predeterminado.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, según el cual, para determinar dicha primera zona (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) de este contorno (10, 20, 30, 40, 50),

- se determina, para cada punto del contorno (10, 20, 30, 40, 50), una posición de dicha primera envolvente de corte (220A) cuando la primera herramienta (220) es tangente a por lo menos una parte del contorno (10, 20, 30, 40, 50) predeterminado en este punto, y se determinan los puntos del contorno (10, 20, 30, 40, 50) denominados puntos adicionales recortados, que se encuentran en el interior de dicha primera envolvente de corte (220A) de dicha primera herramienta (220),

- se determina una primera magnitud representativa de la importancia del recorte,

- se compara esta primera magnitud representativa con un primer valor umbral predeterminado,

- se atribuye dicho punto considerado del contorno (10, 20, 30, 40, 50) a dicha primera zona (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) del contorno (10, 20, 30, 40, 50) en función del resultado de esta comparación.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, según el cual, para determinar dicha primera zona (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) del contorno (10, 20, 30, 40, 50),

- se buscan las posiciones de dicha primera envolvente de corte en las que esta primera envolvente de corte es tangente a dicho contorno (10, 20, 30, 40, 50) en un par de puntos y en las que una primera zona inaccesible del contorno situada entre los dos puntos de este par y recubierta por dicha primera envolvente de corte no es alcanzada por esta primera envolvente de corte,

- se define la primera zona (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) como que comprende por lo menos una parte del contorno (10, 20, 30, 40, 50), pero excluyendo los puntos de dichas primeras zonas inaccesibles.

14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, según el cual, para determinar dicha primera zona (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) del contorno (10, 20, 30, 40, 50),

- se determina, para cada punto del contorno (10, 20, 30, 40, 50), el radio de curvatura local del contorno (10, 20, 30, 40, 50) en este punto,

- se compara este radio de curvatura con dicho primer diámetro de dicha primera envolvente de corte de dicha primera herramienta,

- se atribuye el punto considerado del contorno (10, 20, 30, 40, 50) a dicha primera zona (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) del contorno (10, 20, 30, 40, 50) en función del resultado de esta comparación.

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 14, según el cual, para determinar dicha segunda zona (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) de este contorno (10, 20, 30, 40, 50),

- se determina, para cada punto del contorno (10, 20, 30, 40, 50) fuera de la primera zona (12, 22, 32, 42A, 42B, 52), una posición de dicha segunda envolvente de corte cuando la segunda herramienta (231) es tangente a por lo menos una parte de dicho contorno (10, 20, 30, 40, 50) predeterminado en este punto, y se determinan los puntos del contorno (10, 20, 30, 40, 50) denominados puntos adicionales recortados, que se encuentran en el interior de dicha segunda envolvente de corte de dicha segunda herramienta,

- se determina una segunda magnitud representativa de la importancia del recorte,

- se compara esta segunda magnitud representativa con un segundo valor umbral predeterminado,
 - se atribuye dicho punto considerado del contorno (10, 20, 30, 40, 50) a dicha segunda zona (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) del contorno (10, 20, 30, 40, 50) en función del resultado de esta comparación.
16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 14, según el cual, para determinar dicha segunda zona (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) del contorno (10, 20, 30, 40, 50),
- se buscan las posiciones de dicha segunda envolvente de corte en las que esta segunda envolvente de corte es tangente a dicho contorno (10, 20, 30, 40, 50) en un par de puntos y en las que una segunda zona inaccesible del contorno situada entre los dos puntos de este par y recubierta por dicha segunda envolvente de corte no es alcanzada por esta segunda envolvente de corte,
 - se define la segunda zona (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) como que comprende por lo menos una parte del contorno (10, 20, 30, 40, 50), pero excluyendo dicha primera zona así como los puntos de dichas segundas zonas inaccesibles.
17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 14, según el cual, para determinar dicha segunda zona (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) del contorno (10, 20, 30, 40, 50),
- se determina, para cada punto del contorno (10, 20, 30, 40, 50) fuera de la primera zona (12, 22, 32, 42A, 42B, 52), el radio de curvatura local del contorno (10, 20, 30, 40, 50) en este punto,
 - se compara este radio de curvatura con dicho segundo diámetro de dicha segunda herramienta (231),
 - se atribuye el punto considerado del contorno (10, 20, 30, 40, 50) a dicha segunda zona (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) del contorno (10, 20, 30, 40, 50) en función del resultado de esta comparación.
18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 17, según el cual:
- se mecanizan en primer lugar las partes del contorno (10, 20, 30, 40, 50) predeterminado a mecanizar con la primera herramienta (220),
 - se mecanizan a continuación las otras partes del contorno (10, 20, 30, 40, 50) predeterminado.
19. Dispositivo de mecanizado de una lente (1, 2, 3, 4, 5) oftálmica con vistas a su montaje en una montura de gafas, según un contorno (10, 20, 30, 40, 50) predeterminado, que comprende
- por lo menos dos herramientas distintas que comprenden una primera herramienta (220) rotativa alrededor de un primer eje (A3), que tiene una envolvente de corte de revolución alrededor de este primer eje (A3) que presenta un primer diámetro y otra herramienta (230; 231) rotativa alrededor de un eje (A5; A6), que presenta otro diámetro alrededor de este eje (A5; A6) inferior a dicho primer diámetro,
 - caracterizado porque comprende además:
 - unos medios de tratamiento electrónicos adaptados para analizar por lo menos una parte de dicho contorno, para determinar una primera zona (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) de este contorno (10, 20, 30, 40, 50) adaptada para ser mecanizada, sin recortar dicho contorno (10, 20, 30, 40, 50) predeterminado, con dicha primera herramienta (220), en función de dicho primer diámetro.



