



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
  
ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 318 539**

(51) Int. Cl.:

**B24B 13/06** (2006.01)

**B24B 1/00** (2006.01)

(12)

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **05791201 .6**

(96) Fecha de presentación : **28.09.2005**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1796872**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **20.06.2007**

(54) Título: **Procedimiento para pulir especialmente superficies de caras ópticamente activas tales como lentes.**

(30) Prioridad: **30.09.2004 DE 10 2004 047 563**

(73) Titular/es: **asphericon GmbH**  
**Wildenbruchstrasse 15**  
**07745 Jena, DE**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.05.2009**

(72) Inventor/es: **Kontke, Sven y**  
**Kurschel, Thomas**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.05.2009**

(74) Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

**ES 2 318 539 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 para pulir especialmente superficies de caras ópticamente activas tales como lentes.

5 La invención concierne a un procedimiento para pulir una superficie de una pieza de trabajo por medio de una herramienta que gira alrededor de un eje de la misma, en donde la pieza de trabajo es tocada en una zona de la superficie de la misma con una respectiva cara de contacto momentáneo que es al menos una zona parcial de una cara mecanizadora que a su vez es una zona parcial de la cara pulidora de la herramienta, atravesando el eje de la herramienta la cara pulidora.

10 El documento EP 0 835 722 A1 describe un dispositivo y un procedimiento para fabricar substratos de lentes de plástico por mecanización de un material en bloque de plástico. Una herramienta de mecanización rotativa, por ejemplo una herramienta pulidora, es movida sobre una pieza de trabajo que también gira. La herramienta de mecanización, que gira axialmente por efecto de un manipulador, es retenida por un dispositivo de retención. El dispositivo de retención 15 está acoplado a un accionamiento y actúa sobre la herramienta de mecanización con respecto a una dirección X y/o Y y/o Z de un movimiento, una distancia del movimiento, un funcionamiento de conexión y desconexión, así como con respecto a una posición oblicua del movimiento.

20 Se conoce por el documento DE 101 06 007 un procedimiento para pulir lentes terminadas de amolar. En este caso, se utiliza una herramienta de conformación variable por medio de herramientas de conformación y empleando máquinas pulidoras que disponen de al menos un husillo portapiezas de trabajo y un husillo portaherramientas. Esta herramienta de conformación es puesta en firme contacto con la lente mediante su cara de trabajo flexible antes de la operación de pulido propiamente dicha, adoptando la cara de trabajo, como molde negativo, el contorno de la lente. Este molde negativo se fija seguidamente, con lo que la cara de trabajo de la herramienta de conformación variable 25 conserva durante el pulido la forma necesaria para la operación de pulido.

Asimismo, se describen en el documento EP 0 727 280 A1 un dispositivo y un procedimiento para pulir lentes de vidrio. En este caso, una máquina herramienta CNC presenta un accionamiento de avance con un husillo portaherramientas accionado a rotación para recibir una herramienta pulidora. En un segundo accionamiento de avance están dispuestos a distancia fija un husillo portapiezas de trabajo montado en forma giratoria para recibir una lente y un husillo portaherramientas montado en forma giratoria paralelamente al husillo anterior para recibir una herramienta rectificadora, por ejemplo una herramienta de copa. Entre la herramienta pulidora y la lente o la herramienta de rectificadora se puede ejecutar aquí una basculación relativa. La herramienta pulidora presenta un soporte para recibir un portador del medio pulidor que es preferiblemente una lámina de poliuretano. Antes y/o después de una operación de pulido se efectúa, sin variación de la posición, un rectificado controlado por microprocesador, moviéndose la herramienta pulidora y la herramienta rectificadora con el mismo sentido de giro.

En lo que sigue se entiende por cara mecanizadora el conjunto de todas las caras de una herramienta rotativa que tocan una pieza de trabajo durante una revolución de la herramienta. Como cara de contacto momentáneo se 40 considera la respectiva cara de la herramienta que en un momento determinado está en contacto con la pieza de trabajo.

Para el pulido se mueve en el estado de la técnica según la figura 1 una herramienta rotativa 2 sobre una pieza de trabajo 1 también rotativa, consistiendo la herramienta 2 en una membrana de goma o un vástago con una membrana 45 de poliuretano pegada al mismo, la llamada lámina o cara pulidora 2.1. La herramienta gira alrededor de un eje 2.2 de la misma y la pieza de trabajo gira alrededor de un eje 1.2 de la misma. La lámina pulidora posee una curvatura y descansa durante la mecanización sobre la pieza de trabajo 1 con su centro de rotación y con una zona mecanizadora 2.4 de forma circular dispuesta alrededor del centro de rotación. Esta lámina es presionada entonces, por ejemplo, por aire comprimido o por un elastómero que se deforma. La erosión de la pieza de trabajo 1 se logra tanto por efecto 50 de la lámina pulidora como por efecto de un líquido continuamente alimentado. La membrana o el vástago se coloca siempre por medio de un programa CNC en posición perpendicular a la superficie 1.1 a pulir en la pieza de trabajo y se le guía lentamente sobre un radio a través de la pieza de trabajo 1. Las figuras parciales a), b) y c) muestran momentos individuales de un movimiento de esta clase, en cada caso tanto en alzado lateral como en vista en planta. Mediante la elección de la evolución de la velocidad sobre el radio se controla la erosión para lograr la forma deseada de la pieza 55 de trabajo 1.

En este procedimiento se logra tan sólo una pequeña erosión. Además, la herramienta pulidora se desgasta con relativa rapidez. Por otro lado, la herramienta pulidora de la zona del borde ha de sobresalir al menos parcialmente de la pieza de trabajo, tal como se muestra en la figura 1 c). La herramienta puede desgastarse entonces muy fuertemente, 60 sobre todo a alta presión del aire, y puede ser destruida por el canto exterior de la lente. Este procedimiento es adecuado solamente para piezas de trabajo convexas o cóncavas dotadas de simetría de revolución, pero no para caras de forma libre y piezas de trabajo no rotativas.

En otro procedimiento representado en la figura 2 se conduce una herramienta pulidora 2 de forma de rueda - que 65 gira alrededor de un eje de herramienta 2.2 - sobre una superficie 2.1 de una pieza de trabajo 1 que gira alrededor de un eje 1.2 de la misma. La cara pulidora 2.1 está aplicada en este caso sobre la cara de rodadura de la herramienta pulidora 2 de forma de rueda. Toda la cara pulidora 2.1 actúa como cara mecanizadora 2.4, estando en cualquier momento solamente una cara 2.3 de contacto momentáneo en contacto con la superficie 1.1 de la pieza de trabajo. Sin

# ES 2 318 539 T3

embargo, existe el riesgo de que se pula un agujero en el centro de la pieza de trabajo debido a la cara mecanizada, que allí es pequeña.

La precisión de la mecanización es limitada en ambos procedimientos.

5 La invención se basa en el problema de indicar un procedimiento de la clase citada al principio en el que se pueda conseguir un menor desgaste de la herramienta pulidora o una menor duración de la operación de pulido, pudiendo pulirse también caras de forma libre y piezas de trabajo no rotativas.

10 El problema se resuelve según la invención por medio de un procedimiento que presenta las características indicadas en la reivindicación 1.

Otras ejecuciones de la invención son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

15 Con el procedimiento según la invención es posible conseguir un menor desgaste de la herramienta pulidora o acelerar la operación de pulido, pudiendo pulirse caras de forma libre y piezas trabajo no rotativas. Esto se logra haciendo que una herramienta pulidora, cuyo eje de rotación atraviesa la cara pulidora, pula con una zona de la cara pulidora que está alejada del eje de rotación de la herramienta. Por tanto, la cara mecanizadora y la cara de contacto momentáneo no son idénticas en la mayoría de los casos, sino que más bien la cara de contacto momentáneo es una cantidad parcial de la cara mecanizadora.

20 En contraste con esto, en el procedimiento del estado de la técnica mostrado en la figura 1 se pule solamente con la zona parcial central situada alrededor del eje de rotación de la herramienta pulidora, lo que significa una cara mecanizadora mínima. La cara mecanizadora y la cara de contacto momentáneo son idénticas en todos los momentos del pulido.

25 En el procedimiento de pulido según la invención el centro de la respectiva cara parcial de la cara pulidora que hace contacto momentáneo con la pieza de trabajo está situado preferiblemente en una posición apartada del eje de rotación de la herramienta, con lo que se emplea para el pulido una cara mecanizadora agrandada. En el caso de una separación bastante grande entre el centro de la cara de contacto momentáneo y el eje de rotación, la cara mecanizadora es una corona circular sobre la cara pulidora. En el caso de una pequeña separación, se trata de un círculo cuyo diámetro aumenta con la separación.

30 Cuanto más separada radialmente del eje de rotación esté la respectiva cara parcial de contacto momentáneo, tanto mayor será la cara mecanizadora en su totalidad y tanto más alta, para una misma velocidad angular de la herramienta, será la velocidad orbital de la cara mecanizadora que determina la duración de la operación de pulido. Por tanto, a una frecuencia de rotación igual a la utilizada en procedimientos de pulido convencionales, se acorta la duración de la operación de pulido. Si se elige la frecuencia de rotación de modo que la velocidad orbital de la cara mecanizadora corresponda aproximadamente a la del procedimiento convencional, se reduce entonces netamente el desgaste por efecto de la cara agrandada y se aumenta así la duración de la herramienta. La herramienta necesita menos tiempo hasta su fallo, ya que conserva la precisión necesaria durante más tiempo y, por tanto, únicamente tiene que ser sustituida después de un funcionamiento más prolongado que el logrado hasta ahora, con lo que se incrementa la productividad. La mayor duración de la herramienta hace posibles una mejor predicción de la operación de pulido y, por tanto, también una mayor precisión del mismo. Además, el procedimiento según la invención hace posible un pulido efectivo de zonas de borde de lentes con un riesgo reducido de destrucción de la herramienta pulidora.

45 Debido a la prolongada duración de herramientas se reducen los tiempos de inactividad del proceso de producción.

50 La precisión del pulido se incrementa, además, haciendo más uniforme la distribución de velocidad sobre la cara mecanizadora, con lo que se presentan menos defectos. En el procedimiento convencional según la figura 1 el centro de la cara pulidora está parado como punto de giro, mientras que los bordes exteriores de la cara mecanizadora se mueven con velocidades mutuamente contrarias, lo que dificulta una mecanización precisa.

55 Dado que la frecuencia de rotación de la herramienta es técnicamente limitada, se tiene que, especialmente en piezas de trabajo de pequeño tamaño con curvaturas generalmente fuertes, se pueden utilizar herramientas pequeñas de forma mucho más efectiva o incluso herramientas de mayor tamaño que logren una erosión un múltiplo mayor que en el procedimiento actual.

Como vertical se considera en lo que sigue cualquier dirección paralela al eje de la pieza de trabajo.

60 Para la realización del procedimiento se puede utilizar una máquina pulidora usual en el mercado cuando se incline la herramienta en ésta, ajustándose un ángulo relativo entre el eje de la herramienta y una normal local a la superficie de la pieza de trabajo en la zona tocada. El procedimiento se puede utilizar tanto para piezas de trabajo convexas como para piezas de trabajo cóncavas, así como para caras convexas o cóncavas de forma libre, tales como tiroideos o caras cilíndricas. Son imaginables tipos de herramientas diferentes, tales como esféricas y asféricas. Las máquinas pulidoras conocidas ofrecen solamente un ángulo absoluto limitado de inclinación con respecto a la vertical para inclinar la herramienta, por ejemplo menos de 46°. Las caras de pieza de trabajo con pendientes de subida que sean más fuertes que este ángulo máximo no pueden mecanizarse con el procedimiento convencional. Cuando se trata

# ES 2 318 539 T3

de una herramienta suficientemente curvada, se pueden pulir con el procedimiento conforme a la invención caras de cualquier pendiente de subida bajo un pequeño ángulo de inclinación de la herramienta.

Según la invención, se ajusta un ángulo relativo de más de  $0^\circ$ , con lo que se evitan un pulido con el centro de la superficie pulidora y los inconvenientes ligados a ello.

En una forma de realización ventajosa se inclina la herramienta alrededor de un eje que discurre perpendicularmente al eje de dicha herramienta, lo que es posible de manera muy sencilla por medio de un programa CNC, ya que con máquinas pulidoras usuales en el mercado se puede realizar una inclinación en tal dirección.

La pieza de trabajo puede ser mecanizada progresivamente en una pasada moviendo la herramienta en traslación a lo largo de al menos una parte de la superficie de la pieza de trabajo.

Según la invención, se varía continuamente el ángulo relativo en el transcurso del movimiento a lo largo de la superficie de la pieza de trabajo. Se puede adaptar así la erosión a la cara mecanizada de la pieza de trabajo. En la zona exterior se incrementa el ángulo relativo para conseguir allí la máxima erosión. En contraste con el procedimiento convencional, no existe así el riesgo de pulir un agujero en el centro debido a la pequeña cara mecanizada. Además, la herramienta se gasta uniformemente de esta manera.

El procedimiento puede ajustarse de manera óptima al respectivo caso de aplicación obteniendo el ángulo relativo a ajustar con ayuda de datos de la pieza de trabajo y/o de la herramienta. En una forma de realización preferida se obtiene el ángulo relativo con ayuda de la respectiva posición relativa de la herramienta con respecto a la pieza de trabajo, con ayuda de una normal a la superficie de la pieza de trabajo en esta posición, con ayuda de una normal a la cara pulidora de la cara de contacto momentáneo de la herramienta y/o con ayuda de una erosión que se desea lograr. Esto hace posible una alta precisión de la mecanización.

En una forma de realización ventajosa se mantiene constante el ángulo absoluto de inclinación de la herramienta con respecto a la vertical durante el movimiento de traslación. En este caso extremo, no se inclina en absoluto la herramienta. A este fin, la herramienta tiene que satisfacer las condiciones mecánicas, especialmente las de pendientes de subida suficientemente fuertes en su borde, para que pueda seguir tocando también la pieza de trabajo en cada subida por la superficie de dicha pieza de trabajo. Se puede predeterminar así bien la cara de contacto. Con un coste especialmente pequeño se puede programar una forma tal del procedimiento en la que se mantenga en  $0^\circ$  el ángulo absoluto de inclinación de la herramienta durante el movimiento de traslación con respecto a la vertical. Esta variante se emplea preferiblemente cuando la pieza de trabajo y la herramienta presentan una forma idéntica.

En general, el ángulo relativo puede ajustarse también con un valor variable de tal manera que coincidan siempre los radios de la órbita de la cara mecanizada en la pieza de trabajo y la cara mecanizadora en la herramienta. Cuando se mecaniza un punto con un radio determinado en la pieza de trabajo, se inclina la herramienta de modo que la zona mecanizadora de la propia cara pulidora presente el mismo radio. Esto es lo que ocurre implícitamente, por ejemplo, cuando las formas de la pieza de trabajo y la herramienta son iguales. Se hace posible así un desgaste uniforme de la herramienta y la erosión producida por la velocidad orbital se adapta de manera óptima, al girar la pieza de trabajo, a la cara mecanizada.

Para una mecanización de lentes cóncavas sobre una superficie lo más grande posible es ventajoso emplear una cara pulidora convexa, y viceversa.

Con máquinas pulidoras convencionales se pueden mecanizar piezas de trabajo convexas por el procedimiento según la invención haciendo que una herramienta con una cara pulidora plana sea inclinada alrededor de un eje diferente del eje de la herramienta en función de una normal a la superficie de la pieza de trabajo en la zona tocada, estando orientado el eje de la herramienta en dirección paralela a la normal a la superficie y siendo desplazada la herramienta en dirección paralela a una superficie de pieza de trabajo en la zona tocada.

En una forma de realización ventajosa se obtiene la magnitud del desplazamiento con ayuda de una erosión que se debe lograr, lo que incrementa la precisión del pulido.

En piezas de trabajo dotadas de simetría de revolución es sencillo el control de la herramienta cuando la pieza de trabajo gira alrededor de un eje de la misma. La operación de pulido puede ser acelerada en este caso cuando los movimientos de rotación de la pieza de trabajo y la herramienta estén dirigidos en sentidos contrarios. Las velocidades orbitales contrarias de la cara mecanizada y la cara mecanizadora hacen posible una mayor erosión.

Para aumentar la erosión se presiona convenientemente la herramienta contra la superficie de la pieza de trabajo. Se puede regular aquí la erosión cuando la presión de apriete sea controlable. En caso de daño de la cara pulidora, no se daña la pieza de trabajo cuando la presión de apriete se genere por medio de aire comprimido.

El uso del procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores para el pulido de caras ópticamente activas hace posible el aprovechamiento de las ventajas citadas para caras ópticamente activas de, por ejemplo, lentes o espejos.

# ES 2 318 539 T3

Con un coste especialmente reducido se puede mecanizar, por medio de este procedimiento, lentes dotadas de simetría de revolución.

En lo que sigue se explica la invención con referencia a ejemplos de realización.

5

Muestran a este respecto:

La figura 1, un procedimiento de pulido del estado de la técnica con ángulo relativo constante de 0°,

10 La figura 2, un procedimiento de pulido del estado de la técnica con eje de herramienta paralelo a la cara pulidora,

La figura 3, fases del procedimiento según la invención con ángulo relativo variable, así como, esquemáticamente, la cara pulidora y la cara mecanizadora, en cada caso en un alzado lateral y una vista en planta esquemática,

15 La figura 4, fases del procedimiento con ángulo relativo constante en alzado lateral, así como, esquemáticamente, la cara pulidora y la cara mecanizadora,

La figura 5, fases del procedimiento con ángulo absoluto constante de inclinación con respecto a la vertical en alzado lateral, así como, esquemáticamente, la cara pulidora y la cara mecanizadora, y

20 La figura 6, fases del procedimiento con cara pulidora plana y con ángulo relativo constante de 0°, en alzado lateral.

Las figuras 1 y 2 se han descrito ya en la parte referente al estado de la técnica.

25

En la figura 3 se pule en las figuras parciales a), b) y c), que están representadas cada una de ellas en alzado lateral y como vista en planta esquemática, una pieza de trabajo 1, en este caso una lente, con superficie asférica 1.1 por medio de una herramienta 2 que se hace girar alrededor de un eje de herramienta 2.2. Las tres figuras parciales muestran diferentes momentos durante la operación de pulido. La pieza de trabajo 1 gira a su vez alrededor de un eje 1.2 de la misma, siendo contrarias una a otra las direcciones de rotación en el lado de la pieza de trabajo 1 que queda vuelto hacia la herramienta 2, es decir que los vectores de las velocidades angulares son paralelos uno a otro. La herramienta 2 toca la pieza de trabajo 1 con una respectiva cara 2.3 de contacto momentáneo que es parte de una cara pulidora 2.1, resultando entonces la cara mecanizadora 2.4 en la cara pulidora 2.1 como consecuencia de la rotación de la herramienta 2 a partir del momento de la reunión de las caras 2.3 de contacto momentáneo. La forma de la cara mecanizadora 2.4 depende aquí de la posición de la herramienta 2. La cara pulidora 2.1 es solicitada con una presión de aire en el lado alejado de la ojeza de trabajo 1, con lo que dicha cara es presionada con una presión de apriete correspondiente contra la superficie 1.1 de la pieza de trabajo. La presión del aire y, por tanto, la presión de apriete son preferiblemente regulables, con lo que se puede controlar la erosión dependiente de la presión de apriete durante el pulido.

40

La herramienta 2 es inclinada en este ejemplo en la medida de un ángulo relativo 3 entre la respectiva normal 1.3 a la superficie de la pieza de trabajo 1 y el eje 2.2 de la herramienta. La inclinación se efectúa alrededor de un segundo eje no ilustrado que está orientado en dirección perpendicular al eje 2.2 de la herramienta. Las figuras parciales a), b) y c) muestran tres momentos diferentes de la operación de pulido, durante la cual la herramienta 3 es movida a lo largo de un radio de la superficie 1.1 de la pieza de trabajo. En ángulo relativo 3 comienza en 0° en el centro de la pieza de trabajo 1 y aumenta continuamente en el transcurso del movimiento a lo largo de la superficie 1.1 de la pieza de trabajo. El ángulo de inclinación absoluto 4 de la herramienta con respecto a la vertical 5 aumenta también durante el movimiento, pero se mantiene pequeño en comparación con procedimientos de pulido convencionales. Por tanto, en caso de una cara pulidora 2.1 suficientemente curvada es posible también con el procedimiento mostrado el pulido de grandes pendientes de subida.

50

En caso de una separación pequeña entre el centro de la cara 2.3 de contacto momentáneo y el eje 2.2 de rotación y de la herramienta, la cara mecanizadora 2.4 es un círculo cuyo diámetro aumenta con la separación. En caso de una separación mayor que el radio de la cara de contacto 2.3, la cara mecanizadora 2.4 representa una corona circular sobre la cara pulidora 2.1.

55

La figura 4 muestra un procedimiento en el que, en tres vistas fragmentarias a), b) y c), se mantiene constante el ángulo relativo 3 durante todo el movimiento a lo largo de la superficie 1.1 de la pieza de trabajo. En ésta y en las figuras siguientes se ilustra también esquemáticamente en todas las figuras la respectiva cara pulidora 2.1 en una vista tomada desde abajo, habiéndose dibujado en forma rayada la respectiva cara mecanizadora 2.4. En este ejemplo la cara mecanizadora 2.4 es constantemente una corona circular a consecuencia de las relaciones geométricas constantes. El ángulo de inclinación absoluto 4 de la herramienta con respecto a la vertical 5 disminuye durante el movimiento y este ángulo es máximo en el centro de la pieza de trabajo 1. Con este procedimiento se pueden pulir también grandes pendientes de subida.

60

La erosión por medio de la herramienta 2 es más uniforme en este ejemplo durante el movimiento a lo largo de la superficie 1.1 de la pieza de trabajo que en el caso de la variación continua del ángulo relativo 3.

# ES 2 318 539 T3

En el procedimiento mostrado en la figura 5 el ángulo relativo 3 aumenta continuamente, mientras que el ángulo de inclinación absoluto 4 con respecto a la vertical 5 asciende constantemente a  $0^\circ$ . Este movimiento hace posible un sencillo control de la posición de la herramienta 2. La herramienta 2 se posiciona de modo que el centro de la cara de contacto presente el mismo radio de órbita que el círculo tocado por él en la superficie 1.1 de la pieza de trabajo. La cara mecanizadora 2.4 se modifica debido al ángulo relativo variable 3 de una manera semejante al ejemplo mostrado en la figura 1. Dicha cara crece en función de la separación entre el centro de la cara 2.3 de contacto momentáneo y el centro de rotación de la cara pulidora 2.1.

En la figura 6 se representa una variante del procedimiento en la que se utiliza una herramienta 2 con una cara pulidora plana 2.1. La posición de la herramienta 2 se ajusta como en procedimientos de pulido convencionales en función de la posición de dicha herramienta 2 de modo que el ángulo relativo 3 entre el eje 2.2 de la herramienta y la normal local 1.3 a la superficie ascienda constantemente a  $0^\circ$  y, por tanto, la cara pulidora 2.1 esté orientada en sentido tangencial a la superficie 1.1 de la pieza de trabajo. Sin embargo, solamente en el medio de la pieza de trabajo 1 se utiliza el centro de la cara pulidora como cara de contacto 2.4 y en las zonas exteriores se desplaza la herramienta 2 en dirección tangencial a la superficie 1.1 de la pieza de trabajo, con lo que se acelera la operación de pulido en función de la velocidad de rotación de la herramienta 2 o se incrementa la vida útil de dicha herramienta 2. Es posible también el pulido con mayor precisión.

## **Lista de símbolos de referencia**

- |    |  |
|----|--|
| 20 | 1      Pieza de trabajo                  |
|    | 1.1    Superficie de la pieza de trabajo |
| 25 | 1.2    Eje de la pieza de trabajo        |
|    | 1.3    Normal a la superficie            |
| 30 | 2      Herramienta                       |
|    | 2.1    Cara pulidora                     |
|    | 2.2    Eje de la herramienta             |
| 35 | 2.3    Cara de contacto momentáneo       |
|    | 2.4    Cara mecanizadora                 |
| 40 | 3      Ángulo relativo                   |
|    | 4      Ángulo de inclinación absoluto    |
| 45 | 5      Vertical                          |

50

55

60

65

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para pulir una superficie de una pieza de trabajo (1) por medio de una herramienta (2) que gira alrededor de un eje (2.2) de la misma, en el que la pieza de trabajo (1) es tocada en una zona de una superficie (1.1) de dicha pieza de trabajo con una respectiva cara (2.3) de contacto momentáneo que es al menos una zona parcial de una cara mecanizadora (2.4) que a su vez es una zona parcial de una cara pulidora (2.1) de la herramienta (2), en el que el eje (2.2) de la herramienta atraviesa la cara pulidora (2.1) y en el que se ajusta la posición de la herramienta (2) de modo que el centro de la respectiva cara (2.3) de la herramienta (2) que establece contacto momentáneo con la pieza de trabajo (1) esté situado en posición apartada del eje (2.2) de dicha herramienta, **caracterizado** porque se inclina la herramienta (2) alrededor de un eje diferente del eje (2.2) de la misma, ajustándose un ángulo relativo (3) entre el eje (2.2) de la herramienta y una normal local (1.3) a la superficie de la pieza de trabajo (1) en la zona tocada, porque se mueve en traslación la herramienta (2) a lo largo de al menos una parte de la superficie (1.1) de la pieza de trabajo y porque en el transcurso del movimiento de traslación a lo largo de la superficie (1.1) de la pieza de trabajo se varía continuamente el ángulo relativo (3) en al menos algunos tramos.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se inclina la herramienta (2) alrededor de un eje que discurre perpendicularmente al eje (2.2) de dicha herramienta.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se obtiene el ángulo relativo (3) a ajustar con ayuda de datos de la pieza de trabajo (1) y/o de la herramienta (2).
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** porque se obtiene el ángulo relativo (3) con ayuda de la correspondiente posición relativa de la herramienta (2) con respecto a la pieza de trabajo (1).
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque se obtiene el ángulo relativo (3) con ayuda de una normal (1.3) a la superficie de la pieza de trabajo (1) en la zona de dicha superficie (1.1) de la pieza de trabajo que es tocada en esta posición.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado** porque se obtiene el ángulo relativo (3) con ayuda de una normal a la cara pulidora de la respectiva cara (2.3) de la herramienta (2) que establece contacto momentáneo con la superficie (1) de la pieza de trabajo.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado** porque se obtiene el ángulo relativo (3) con ayuda de la erosión que se desea lograr en la superficie (1.1) de la pieza de trabajo.
8. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque una herramienta (2) con una cara pulidora plana (2.4) es inclinada alrededor de un eje diferente del eje (2.2) de dicha herramienta en función de una normal (1.3) a la superficie de la pieza de trabajo (1) en la zona tocada, estando el eje (2.2) de la herramienta orientado en dirección paralela a la normal (1.3) a la superficie y siendo desplazada la herramienta (2) en dirección paralela a la superficie (1.1) de la pieza de trabajo en la zona tocada.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado** porque se obtiene la cuantía del desplazamiento con ayuda de una erosión que se desea lograr.
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se hace que la pieza de trabajo (1) gire alrededor de un eje (1.2) de la misma.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado** porque los movimientos de rotación de la pieza de trabajo (1) y la herramienta (2) están dirigidos en sentidos contrarios, de modo que se incrementa la velocidad relativa entre la superficie (1.1) de la pieza de trabajo y la cara pulidora (2.1) en la zona de la respectiva cara (2.3) de contacto momentáneo.
12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la herramienta (2) es presionada contra la superficie (1.1) de la pieza de trabajo.
13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado** porque la presión de apriete es controlable.
14. Procedimiento según la reivindicación 12 ó 13, **caracterizado** porque se genera la presión de apriete por medio de aire comprimido.
15. Uso del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 para el pulido de caras ópticamente activas.
16. Uso del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 para la mecanización de lentes dotadas de simetría de revolución.

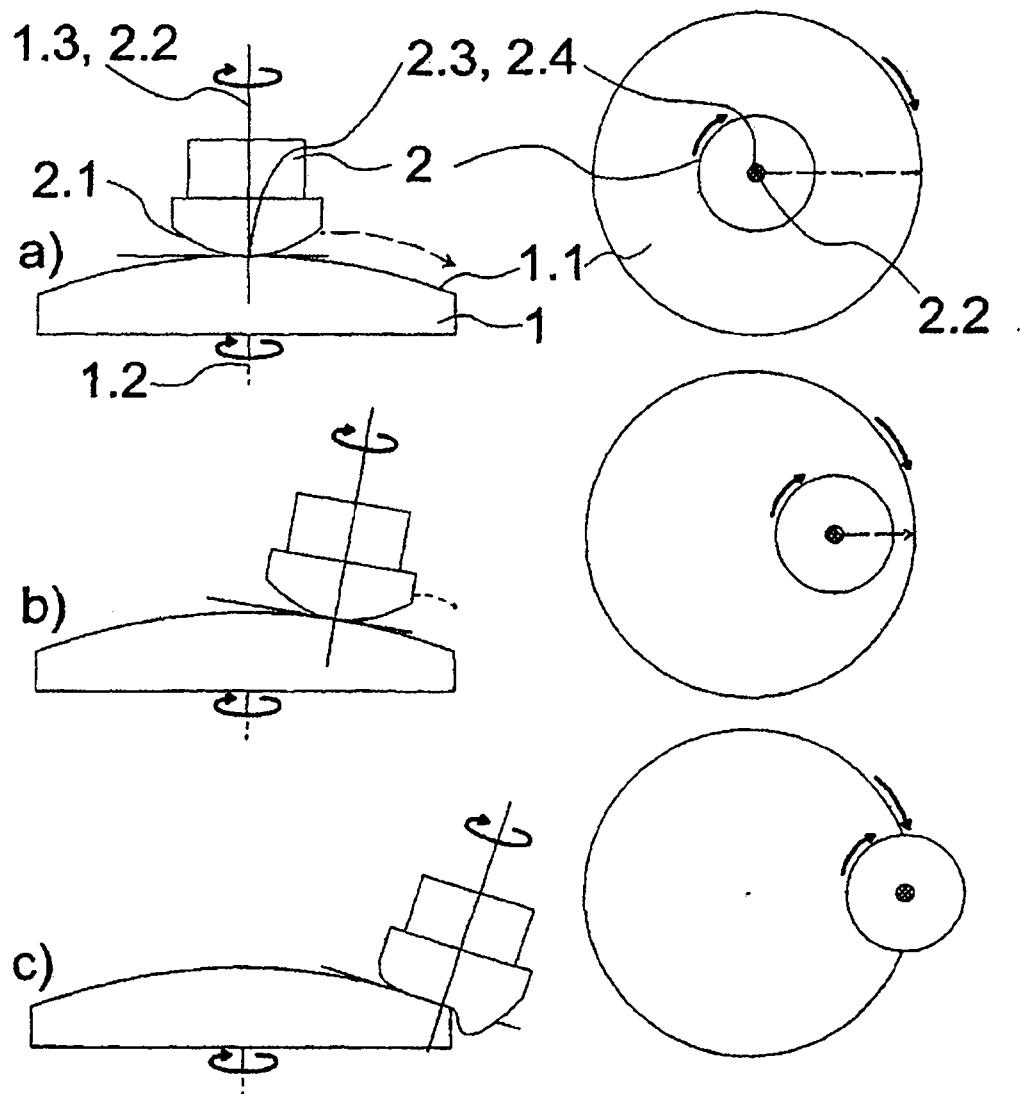


Fig. 1 - Estado de la Técnica

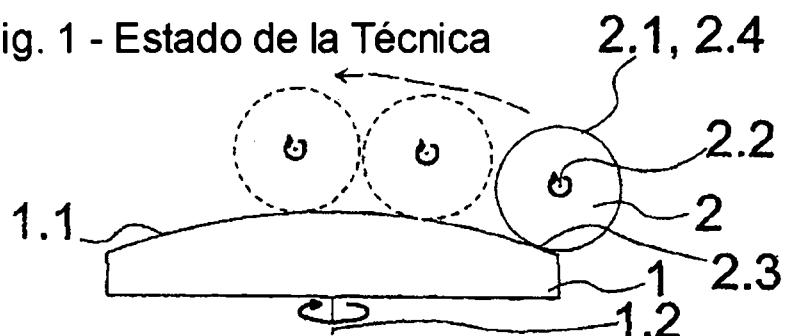


Fig. 2 - Estado de la Técnica

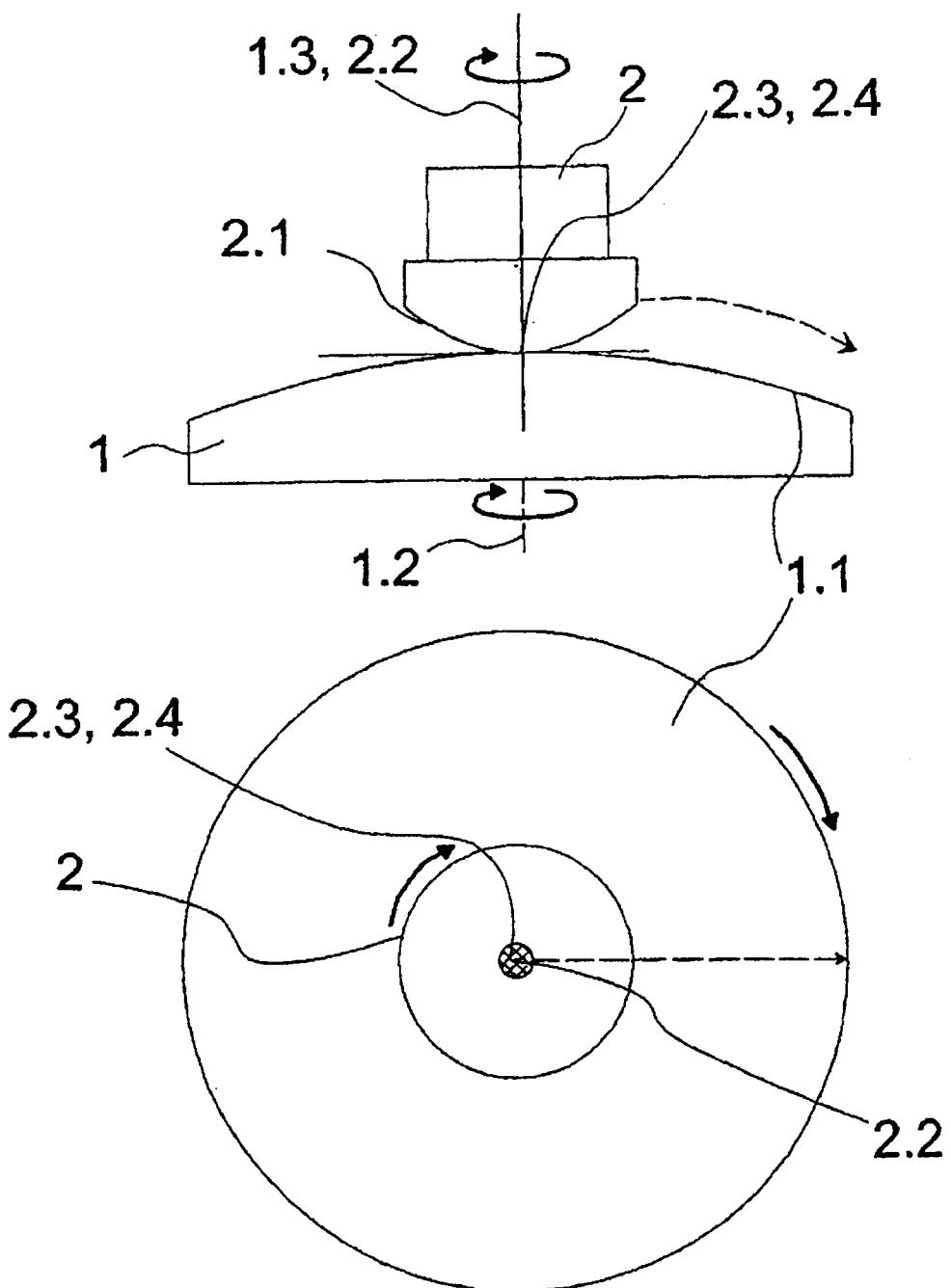


Fig. 3 a)

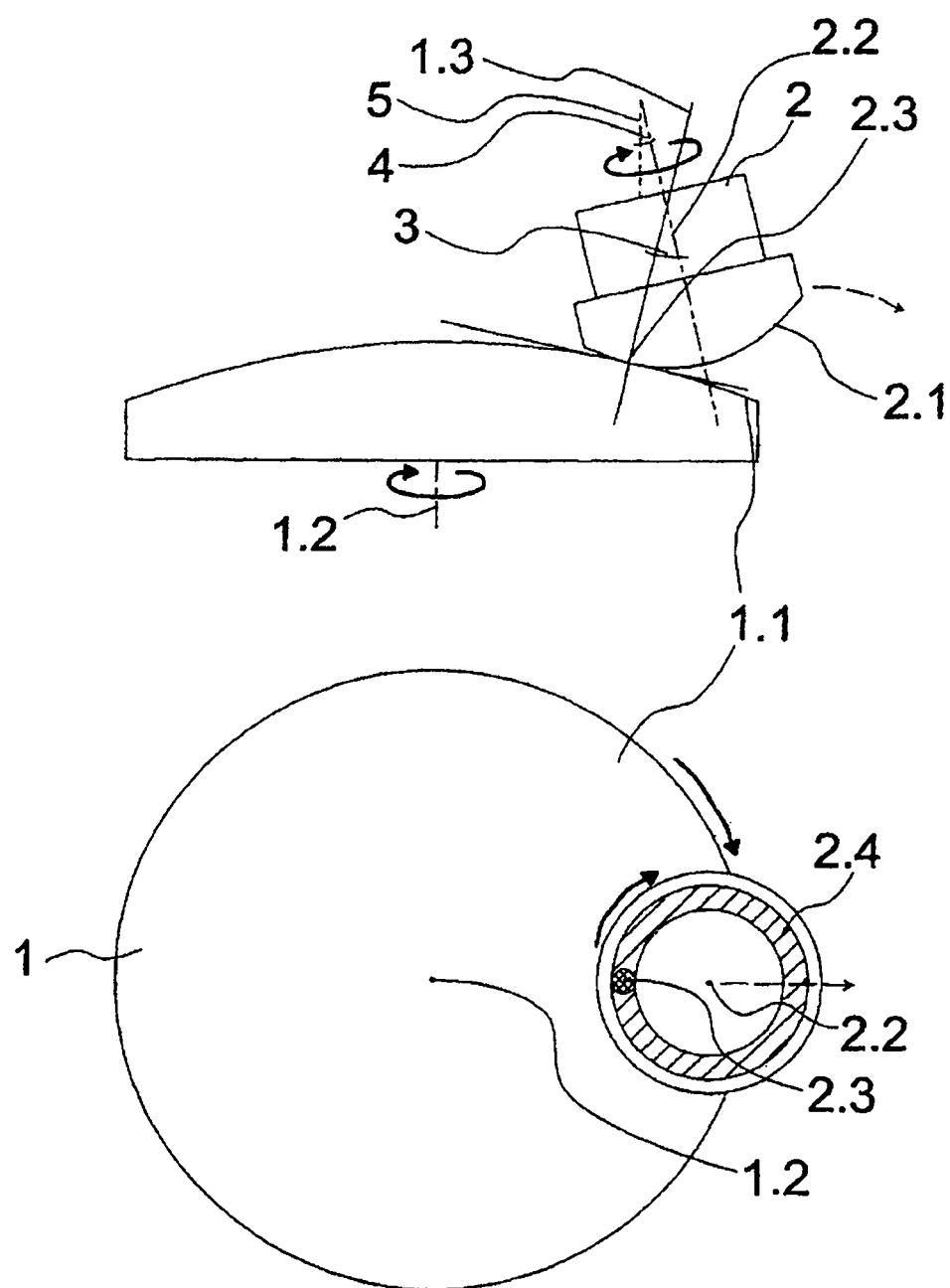


Fig. 3 b)

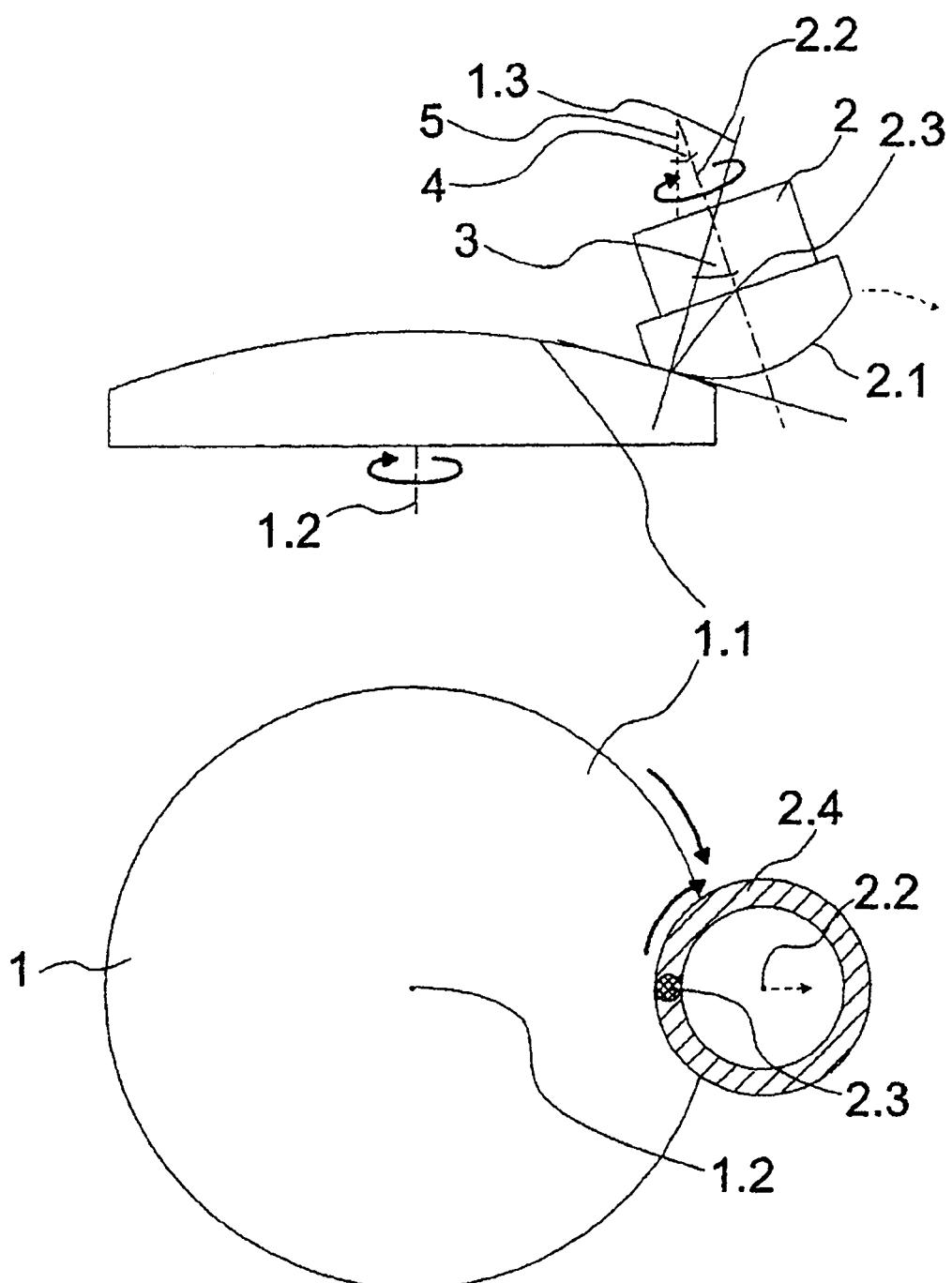
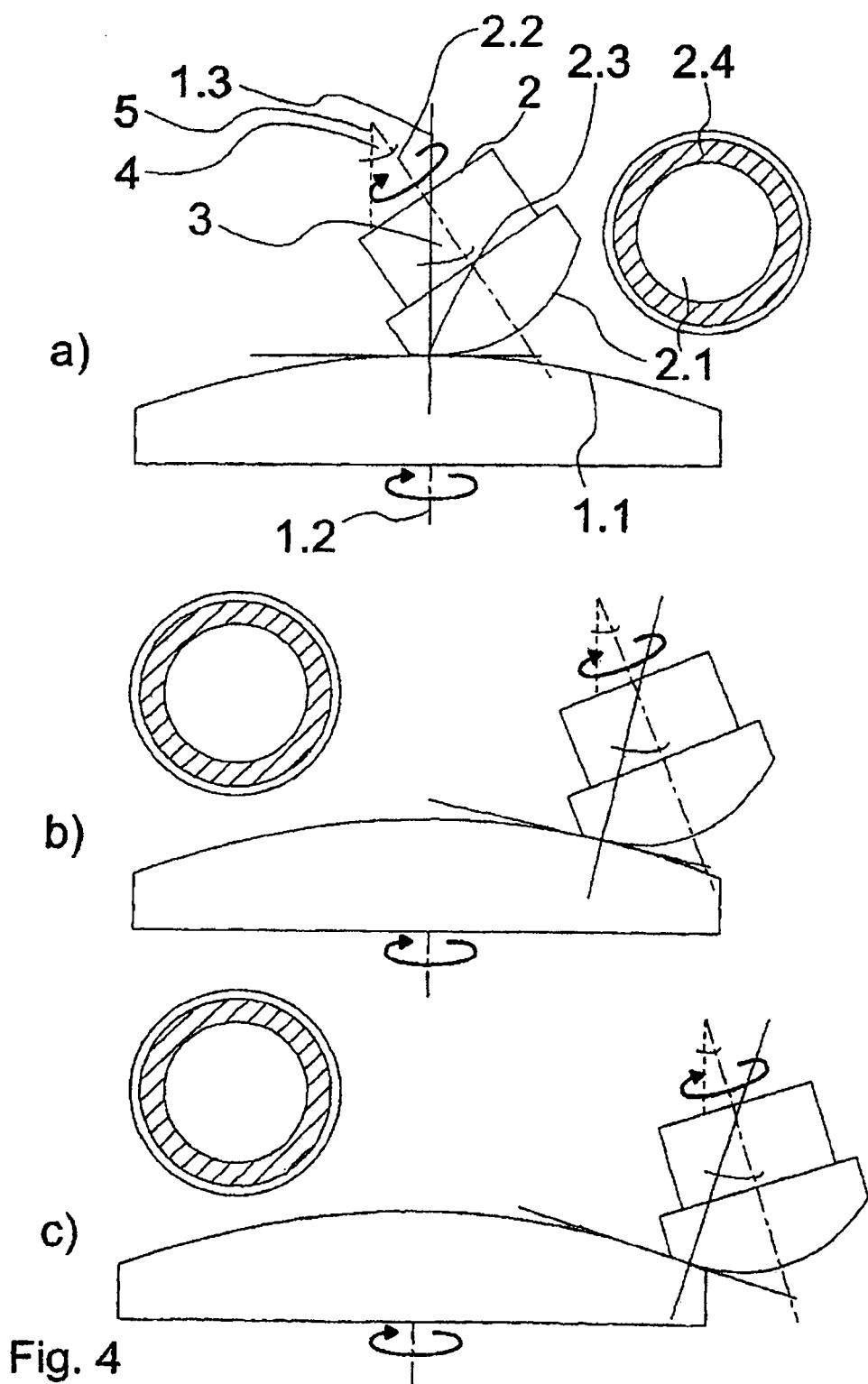


Fig. 3 c)



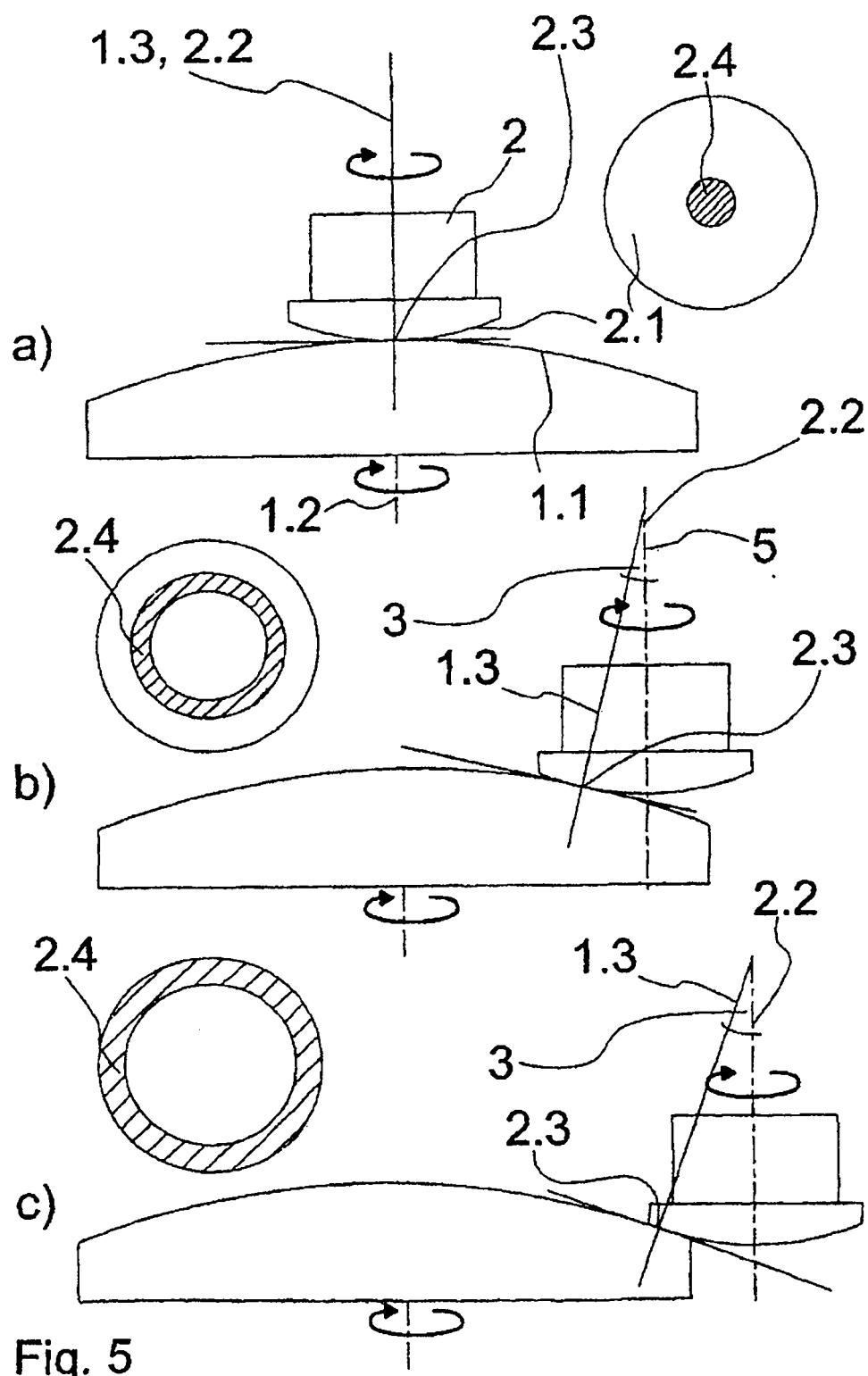


Fig. 5

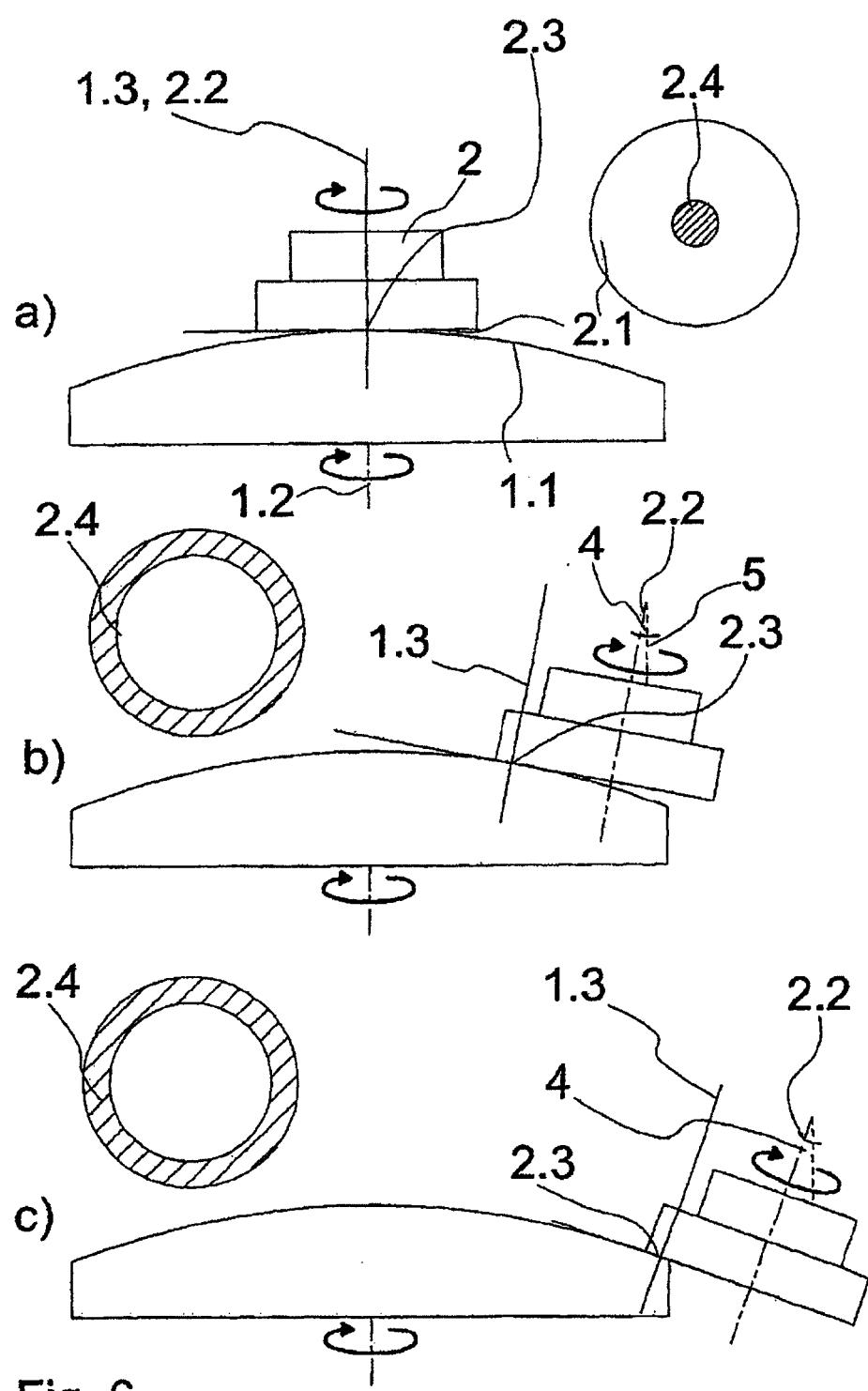


Fig. 6