



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 261 985**

51 Int. Cl.:
B42D 15/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03775319 .1**

86 Fecha de presentación : **07.11.2003**

87 Número de publicación de la solicitud: **1562758**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **17.08.2005**

54 Título: **Elemento ópticamente variable y uso del mismo.**

30 Prioridad: **22.11.2002 DE 102 54 500**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2006

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2006

73 Titular/es: **OVD Kinegram AG.**
Zählerweg 12
6301 Zug, CH

72 Inventor/es: **Tompkin, Wayne, Robert y**
Schilling, Andreas

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro**

ES 2 261 985 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

Elemento ópticamente variable y uso del mismo.

La invención se refiere a un elemento ópticamente variable que presenta, al menos en superficies parciales, una superficie límite encastrada preferiblemente entre dos capas de un compuesto laminar que sale o se adentra espacialmente respecto a una superficie de referencia imaginaria y que forma la estructura ópticamente activa, y la estructura ópticamente activa presenta al menos una superficie de forma libre que se le muestra a un observador de forma tridimensional, en forma de un símbolo alfanumérico, una figura geométrica u otro objeto.

Los elementos ópticamente variables del tipo descrito anteriormente se utilizan, por ejemplo, como elementos de seguridad para la autenticación o identificación de documentos de valor, por ejemplo, papel moneda, cheques, etc., de documentos de acreditación, tarjetas de crédito u otros objetos para la seguridad. Asimismo, estos elementos ópticamente variables también se emplean ya con fines decorativos y el límite entre el uso como elemento de seguridad y como elemento decorativo a menudo no está bien delimitado. A este respecto, se demanda con especial frecuencia que los elementos de seguridad también tengan un cierto efecto decorativo, lo cual es válido especialmente cuando se trata de garantizar la autenticidad de determinados artículos, por ejemplo, cigarrillos, productos cosméticos costosos, etc. mediante elementos correspondientes.

Para el uso como elemento de seguridad o elemento decorativo, los elementos ópticamente variables conocidos se aplican en forma de láminas de transferencia, especialmente láminas de estampación en caliente, o en forma de películas de laminación en el sustrato correspondiente, y la superficie límite que forma la estructura ópticamente activa está prevista entonces entre dos capas de barniz correspondientes. En el caso de láminas de transferencia, estas capas de barniz forman parte de la disposición de capa decorativa que puede transferirse desde la película de soporte al sustrato, y, en lugar de una capa de barniz, también puede preverse una capa de adhesivo o la capa de barniz puede presentar propiedades adhesivas. En el caso de películas de laminación, las superficies límite se generan en principio de la misma manera. La diferencia entre las películas de laminación y las láminas de transferencia ha de verse, no obstante, en que en el caso de las películas de laminación las capas de barniz, y dado el caso de adhesivo, que sirven como elemento decorativo permanecen sobre la película de soporte cuando la película de laminación se aplica sobre un sustrato. Finalmente, también puede concebirse configurar láminas de embalaje o decoración básicamente como películas de laminación, no obstante, emplear estas películas como tales, por ejemplo, para fines de embalaje, sin colocarlas unas sobre otras sobre un sustrato.

En esta relación también se conoce ya, mediante una estructuración correspondiente de la superficie límite, generar efectos tridimensionales entre dos capas, especialmente capas de barniz, o respecto al aire. Por ejemplo, se conocen tarjetas de débito y crédito en las que se muestran determinados objetos, en función del ángulo de observación, en diferentes posiciones o perspectivas, o se despierta la impresión en el observador de que el objeto correspondiente se destacó de

forma tridimensional de la superficie del soporte para el elemento ópticamente variable.

Estos efectos tridimensionales se generaban hasta el momento en la mayoría de los casos de forma holográfica, y esta forma de proceder, por un lado, tiene la desventaja de que para la fabricación del maestro necesario para una réplica en capas correspondientes ha de hacerse un gasto en aparatos relativamente grande. Además, las estructuras generadas de forma holográfica también tienen desventajas ópticas considerables. En especial, su brillo a menudo es deficiente. Además, en general no existe ninguna posibilidad de aumentar el atractivo de un elemento ópticamente variable correspondiente porque se consiguen determinados efectos de color.

Por tanto, la invención se basa en el objetivo de proponer un elemento ópticamente variable que pueda fabricarse de forma sencilla con los más diversos procedimientos conocidos para la generación de estructuras ópticamente activas, que muestre al observador efectos no conocidos hasta el momento y, además, le ofrezca al diseñador una pluralidad de posibilidades de variación del diseño.

Este objetivo se alcanza según la invención en el caso de un elemento ópticamente variable del tipo genérico porque la superficie de forma libre está formada por una zona parcial de la superficie límite configurada a modo de lente que genera un efecto de ampliación, reducción o distorsión y que forma un elemento de forma libre.

Por tanto, mientras que las actuales superficies tridimensionales de forma libre, por ejemplo, nubes, letras o combinaciones de símbolos, imágenes de personas, cadenas montañosas, etc., sólo se mostraban como si su posición hubiera cambiado al variar el ángulo de observación o como si volaran por encima de la superficie del sustrato, se proponen según la invención efectos ópticos totalmente diferentes, en concreto, la configuración del elemento ópticamente variable de tal manera que la zona que forma la superficie de forma libre, por ejemplo, letras, cifras o también cualquier otro objeto, logotipo, etc. parezca como si sobresaliera o se retrajera respecto a la superficie del sustrato, es decir, como si en la zona de la superficie de forma libre hubiera una superficie curvada. Con ello se genera para el observador un efecto totalmente nuevo, no conocido hasta el momento, para la estructura ópticamente activa, es decir, el de una cierta profundidad espacial, y con una configuración y disposición adecuada de la zona parcial de la superficie límite configurada a modo de lente pueden conseguirse adicionalmente efectos ópticos especialmente característicos que aumentan considerablemente el valor de reconocimiento y, por tanto, el efecto de identificación.

Si las dimensiones de la superficie de forma libre son muy pequeñas, es decir, se trata, por ejemplo, de un símbolo alfanumérico con reducido espesor de las líneas, el efecto según la invención para un elemento ópticamente variable puede conseguirse ya porque la superficie de forma libre se configura como una estructura de lente refractante. Sin embargo, ha de considerarse que las capas entre las que se dispone la superficie límite que forma la estructura ópticamente activa normalmente son capas de barniz que normalmente sólo pueden presentar un espesor muy limitado. Para poder conseguir también el efecto pretendido según la invención en presencia de capas de

barniz o adhesivo relativamente delgadas, es conveniente que la superficie de forma libre esté configurada como elemento de forma libre difractante con una estructura de rejilla cuya profundidad de rejilla sea de como máximo 10 μm , que presenta líneas de rejilla que siguen fundamentalmente a las líneas de contorno de la superficie de forma libre, y la separación de las líneas de la rejilla respecto a la zona del centro de la superficie de forma libre hacia su borde varía de forma continua, es decir, se reduce o amplía.

En una configuración del elemento ópticamente variable según la invención, la estructura de rejilla del elemento de forma libre puede estar configurada de forma libre, de tal manera que, en cada caso, unos de los flancos de sus surcos de su rejilla discurren paralelos entre sí y aproximadamente paralelos a una perpendicular a la superficie de referencia (imaginaria), mientras que el ángulo de los otros flancos correspondientes de los surcos de la rejilla varía respecto a la perpendicular a la superficie de referencia en una dirección transversal a las líneas de la rejilla de modo fundamentalmente continuo de surco de rejilla a surco de rejilla y, como se supone naturalmente, los surcos de la rejilla presentan una sección transversal que se reduce.

La fabricación de este tipo de estructuras de rejilla tiene lugar preferiblemente por medio de la denominada "escritura directa" por medio de máquinas de litografía de rayo láser o haz de electrones cuyo empleo permite generar estructuras de rejilla totalmente definidas, es decir, generar realmente de forma precisa el efecto óptico pretendido para el elemento de forma libre.

No obstante, también es posible generar la estructura de rejilla anteriormente mencionada con surcos de rejilla cuyos flancos están dispuestos formando un ángulo unos respecto a otros de una manera distinta a la de la "escritura directa", en concreto, cuando los flancos de los surcos de la rejilla que discurren formando un ángulo respecto a la perpendicular en la superficie de referencia están configurados de modo escalonado, y, debido a las superficies que forman los escalones, los flancos, que discurren formando un ángulo respecto a la perpendicular a la superficie de referencia, están aproximados en su efecto óptico. En una configuración de este tipo de los flancos de los surcos de rejilla, puede trabajarse, por ejemplo, también mediante máscaras, y la precisión de la resolución escalonada de los flancos (inclinados) depende del número de máscaras empleadas, es decir, de los escalones deseados. En este caso, para una pluralidad de casos de aplicación es suficiente ya con una división de los flancos correspondientes en cuatro u ocho escalones. No obstante, en caso de altos requisitos de calidad, también es posible, por ejemplo, prever sesenta y cuatro escalones, para cuya configuración es necesario un número correspondiente de procesos de exposición mediante el empleo de diferentes máscaras.

Una fabricación, en ciertas circunstancias muy sencilla, de la estructura de rejilla del elemento de forma libre puede conseguirse cuando la estructura de rejilla es una estructura binaria que presenta fundamentalmente surcos de rejilla y almas de rejilla cuadrangulares, y preferiblemente la configuración es de tal manera que la profundidad de los surcos de la rejilla de la estructura de la rejilla de los elementos de forma libre es aproximadamente igual por toda la superficie

de forma libre, es decir, el cambio de la "capacidad de refracción" (difracción de la luz en diferentes direcciones) sólo se consigue porque la anchura de los surcos de la rejilla y/o las almas de la rejilla se modifica de forma correspondiente.

Una particularidad de los elementos de forma libre difractantes formados por las estructuras de rejilla según la invención ha de verse en que este tipo de estructuras de lentes difractantes, a diferencia de las lentes refractantes, genera una impresión visual diferente en función de la longitud de la onda de luz empleada para iluminar u observar el objeto en cada caso, con lo que pueden conseguirse nuevamente efectos de diseño o seguridad especiales.

Otra posibilidad de generar superficies de forma libre que parezcan tridimensionales consiste, según la invención, en que la superficie de forma libre está formada por un elemento de forma libre generado de modo holográfico, y las lentes generadas de forma holográfica, no obstante, presentan ciertas desventajas respecto a los elementos de lentes difractantes. Por ejemplo, sólo pueden fabricarse elementos de lente de forma holográfica con un gasto justificable cuando la forma de la superficie de forma libre es relativamente sencilla. Además, las lentes fabricadas de modo holográfico, debido a su estructura senoidal, no tienen un aspecto demasiado brillante y con frecuencia presentan faltas de homogeneidad, con lo que puede verse perjudicada la apariencia visual que ha de generarse mediante la lente. Asimismo, con elementos de lente generados de forma holográfica no pueden obtenerse determinados efectos de color con la gran libertad de diseño deseada.

Básicamente, también puede concebirse el emplear un elemento ópticamente variable que presente fundamentalmente una superficie de forma libre configurada según la invención como elemento de seguridad o elemento decorativo. Sin embargo, de forma ventajosa, la superficie de forma libre forma parte de una disposición de estructura global ópticamente activa que, además del elemento de forma libre, comprende elementos ópticamente variables que generan zonas parciales con efectos ópticos diferentes para el observador. Por ejemplo, un elemento de forma libre puede combinarse con las estructuras habituales de difracción ópticamente activas tales como se conocen, por ejemplo, para generar efectos de movimiento, vueltas, cambios entre dos representaciones diferentes, etc. Naturalmente, también es posible combinar en un elemento ópticamente variable varios elementos de forma libre, por ejemplo, componer una palabra o un número a partir de, en cada caso, letras o cifras que forman un elemento de forma libre propio, con lo que entonces se consigue la impresión como si la palabra o el número resaltaran de forma plástica respecto al resto del elemento ópticamente variable. También se producen efectos interesantes cuando por así decirlo se entrelazan unos en otros varios elementos de forma libre de modo que entonces en diferentes direcciones de iluminación u observación pueden verse en cada caso los diferentes elementos de forma libre. Básicamente existe aquí una pluralidad tal de posibilidades de combinación, por ejemplo, también con efectos mate, superficies reflejadas, etc., que debe prescindirse de una explicación más detallada.

Una posibilidad especialmente interesante es combinar la estructura ópticamente activa, completamente o por zonas, con una disposición de película

delgada, con lo que pueden conseguirse cambios de color encauzados en función del ángulo de observación. Pueden conseguirse otros efectos especiales mediante el empleo de capas semiconductoras.

Según la invención se ha propuesto adicionalmente que la superficie límite que forma la estructura ópticamente activa esté dotada al menos por zonas de un recubrimiento que aumente la reflexión que, cuando la observación del efecto correspondiente realmente sólo deba suceder en reflexión, esté formada de modo conveniente por una capa de metal. No obstante, también puede concebirse el prever, en lugar de la capa de metal como recubrimiento que aumenta la reflexión, una capa dieléctrica con un índice de refracción diferente al de las capas adyacentes o, no obstante, también una disposición de varias capas o un recubrimiento semiconductor configurados de forma correspondiente.

Una acentuación del elemento de forma libre puede conseguirse según la invención de forma sencilla porque el recubrimiento que aumenta la reflexión está previsto alineado con el al menos un elemento de forma libre, y la alineación puede ser de tal manera que el recubrimiento que aumenta la reflexión sólo esté presente en la zona del elemento de forma libre, o también de tal manera que precisamente en la zona del elemento de forma libre no haya ningún recubrimiento que aumente la reflexión, sino únicamente en la zona del elemento ópticamente variable que rodee al elemento de forma libre. Esta configuración puede ser muy ventajosa, por ejemplo, cuando alrededor del elemento de forma libre estén previstos elementos o estructuras que sólo en la reflexión ocasionen efectos claramente muy perceptibles, por ejemplo, efectos de movimiento, cambios de la imagen, etc.

La alineación del recubrimiento que aumenta la reflexión puede generarse de forma sencilla mediante el procedimiento conocido en sí mismo de la desmetalización por zonas de la capa límite cuando como recubrimiento sirva una capa de metal.

Como puede desprenderse de las reflexiones anteriores, el elemento ópticamente variable según la invención puede emplearse de forma diferente y para los más diversos objetivos. No obstante, resulta especialmente ventajoso el uso de un elemento ópticamente variable según la invención como elemento de seguridad frente a la falsificación de documentos de valor o para objetos de seguridad, sobre todo también dado que los elementos de forma libre en forma de lentes previstos según la invención ofrecen la posibilidad de incorporar características de identificación o seguridad adicionales en el elemento de seguridad que se diferencian de las características conocidas hasta el momento para elementos de seguridad de forma novedosa y, por tanto, de forma llamativa para el usuario del correspondiente documento de valor u objeto que ha de asegurarse.

El uso de un elemento ópticamente variable según la invención como elemento de seguridad tiene lugar de forma ventajosa de tal manera que el elemento ópticamente variable está incorporado en la disposición de capas decorativas de una lámina de transferencia que puede superponerse a un sustrato, especialmente de una lámina de estampación por calor, o en la disposición de capas decorativas de una película de laminación dado que, de esta manera, se facilita la transmisión a un sustrato o la elaboración de etiquetas, etc., en una forma según la invención.

A partir de la siguiente descripción, basándose en el dibujo, se desprenden otras características, particularidades y ventajas de la invención.

Muestran:

5 la figura 1a, esquemáticamente, un corte a través de una lente refractante,

la figura 1b, un corte a través de una lente difractante correspondiente con surcos de rejilla aproximadamente triangulares en la sección transversal,

10 la figura 1c, una lente difractante similar a la figura 1b con una estructura binaria difractante,

la figura 2a, en perspectiva, una superficie de forma libre a modo de onda,

15 la figura 2b, una vista en planta superior, intensamente esquematizada y poco detallada, de la superficie de forma libre de la figura 2a como elemento de forma libre difractante con una estructura de rejilla según la figura 1b,

20 la figura 2c, una vista en planta superior correspondiente a la figura 2b, aunque en el caso de un elemento de forma libre con estructura binaria difractante según la figura 1c,

25 la figura 3a, en perspectiva, una superficie de forma libre en forma de una gota en una configuración refractante,

la figura 3b, una representación gráfica del desarrollo de la superficie límite de la superficie de forma libre a modo de gota de la figura 3a,

30 las figuras 4a y 4b, representaciones correspondientes a las figuras 3a y 3b, aunque en el caso de la realización de la superficie de forma libre de gota como elemento de forma libre difractante con surcos de rejilla aproximadamente triangulares en la sección transversal,

35 las figuras 5a y 5b, representaciones correspondientes a las figuras 3a y 3b ó 4a y 4b, aunque en el caso de la configuración del elemento de forma libre como estructura binaria difractante,

40 las figuras 6a y 6b, representaciones correspondientes a las figuras 3a y 3b para una superficie de forma libre anular,

45 las figuras 7a, 7b y 7c, representaciones relativas a la superficie de forma libre anular correspondientes a las figuras 4a, 4b y 5b de la superficie de forma libre a modo de gota,

las figuras 8a y 8b, representaciones de una superficie de forma libre a modo de L correspondiente a las figuras 3a y 3b ó 5a y 5b (gotas y anillo),

50 las figuras 9a, 9b y 9c, representaciones correspondientes a las figuras 7a, 7b y 7c para la superficie de forma libre a modo de L, y

la figura 10, en la vista en planta superior, un elemento ópticamente variable con un patrón de tejido que forma la superficie de forma libre.

55 Las representaciones intensamente esquematizadas y relativamente poco precisas de las figuras 1a a 1c muestran en cada caso la zona parcial que actúa a modo de lente de un elemento ópticamente variable según la invención, en el que entre dos capas 1, 2, que son generalmente capas de barniz, está formada una superficie 3 límite que en la mayoría de los casos está dotada de un recubrimiento que aumenta la reflexión, no mostrado de forma adicional en el dibujo, por ejemplo, una metalización en forma de una capa de metal metalizada al vacío. En este caso, en el eje x de las figuras 1a a 1c se muestran las dimensiones del elemento de lente correspondiente en la dirección correspondiente, y en las unidades de las figuras 1a a

1c se trata de unidades tomadas de cualquier manera ya que no depende de la magnitud precisa o del diámetro exacto de los elementos de lente. En general, no obstante, las dimensiones correspondientes de los elementos de lente o de los elementos de forma libre formados por los elementos de lente se sitúan entre 0,15 y 300 mm, preferiblemente entre 3 y 50 mm.

En el eje y de las figuras 1a a 1c se aplica en cada caso el espesor o la altura de las capas 1, 2 correspondientes o de la superficie refractante o estructura formada por la superficie 3 límite, y los valores indicados son el desfase en radianes. Al utilizar una determinada longitud de onda (por ejemplo, 550 mm para la máxima percepción del ojo humano) puede calcularse de forma conocida a partir de este desfase (también considerando el índice de refracción correspondiente) la profundidad geométrica real.

Si se compara la figura 1a con las figuras 1b y 1c, puede observarse que el grosor del elemento ópticamente variable según la figura 1a debe ser al menos diez veces el grosor de la disposición de capas que forma el elemento ópticamente variable según la figura 1b, e incluso veinte veces el grosor de la disposición de capas de la figura 1c. El hecho de que las disposiciones de capas de las figuras 1b y 1c que forman el elemento ópticamente variable puedan ser fundamentalmente más delgadas que las de la figura 1a se basa en este caso en la altura h total más reducida de la estructura determinada por la capa 3 límite que genera el efecto de lente y que se extiende por una altura h que corresponde aproximadamente (para un sistema $n = 1,5/n = 1$ en transmisión), en el caso de la figura 1b, a aproximadamente el doble de la longitud de onda, en la figura c, incluso a solamente a aproximadamente la simple longitud de onda. En cualquier caso, en el caso de los elementos de lentes difractantes de las figuras 1b y 1c, la altura h , es decir, la profundidad de la rejilla no es mayor de $10 \mu\text{m}$.

Tal como ya se ha mencionado, las capas 1 y 2 son generalmente capas de barniz de composición correspondiente y al menos la capa de barniz dirigida al observador (en el presente caso, en general, la capa 1) debe ser en gran medida transparente y, sin embargo, también existe la posibilidad de colorear las capas de barniz preservando en gran medida la transparencia. Para determinados casos de aplicación, una de las capas 1, 2 también puede ser una capa de adhesivo o al menos una capa de barniz que presente propiedades adhesivas correspondientes.

Si se dota la capa 3 límite de una metalización u otro recubrimiento intensamente reflectante, la capa 2 también puede ser transparente, aunque igualmente puede ser traslúcida u opaca. Por el contrario, si el elemento ópticamente variable según la invención debe emplearse en la transmisión, por ejemplo, para cubrir una característica visible existente en el sustrato, la capa 2 también debe ser transparente. En este caso, la superficie límite no se dota de una metalización, en general opaca. En lugar de ello, el índice de refracción de las dos capas 1 y 2 transparentes se elige de forma diferente (la diferencia del índice de refracción debería ser preferiblemente de al menos 0,2), de tal manera que, a pesar del uso de dos capas transparentes, el efecto óptico generado por la superficie 3 límite puede hacerse suficientemente visible de manera inequívoca.

Si en este caso las dificultades hacen que se produzca una diferencia suficientemente grande en el ín-

dice de refracción de las capas, en el alcance de la invención también sería concebible rellenar parcialmente o en gran medida los surcos de la rejilla de los elementos de forma libre con un material transparente que presente un índice de refracción en correspondencia intensamente diferenciador antes de que se aplique la capa continua dirigida al observador.

El maestro necesario para la generación del elemento de lente según la figura 1a en un procedimiento de replicado, conocido básicamente, puede fabricarse de forma relativamente sencilla, en cuanto a las dimensiones fundamentalmente mayores en comparación con las estructuras de los elementos de lentes de las figuras 1b y 1c, mediante procedimientos mecánicos de rectificación de precisión.

La estructura de rejilla difractante del elemento de lente de la figura 1b se genera habitualmente en un denominado "procedimiento de escritura directa", es decir en un procedimiento en el que, bien se rectifica el material según el perfil deseado por medio de un láser, o por medio de un láser o un dispositivo de litografía de haz de electrones se expone un material fotoprotector según el perfil deseado y, a continuación, mediante el desarrollo del material fotoprotector se obtiene el perfil deseado o su perfil negativo. Esta forma de proceder ofrece la ventaja de que pueden generarse estructuras de rejilla muy diferentes y, especialmente, secciones transversales de rejilla, por ejemplo, también para determinados casos de aplicación, las denominadas rejillas con destellos, y especialmente puede conseguirse que el ángulo α entre los flancos 4, que discurren inclinados en la figura 1b, de los surcos 5 de rejilla y una perpendicular S a una superficie de referencia imaginaria de la estructura de rejilla, que discurre paralela al eje x y que forma el elemento de lente varía, tal como puede observarse claramente a partir de la figura 1b, de forma continua hacia fuera desde la zona 6 central paraboloide de la superficie 3 límite que forma el elemento de lente y, concretamente, en el sentido de que, en el ejemplo de realización mostrado, los flancos 7 aproximadamente paralelos a la perpendicular S de los surcos 5 de la rejilla representan en cierto modo puntos de discontinuidad en un perfil de lente, por lo demás, fundamentalmente constante, que está formado por los flancos 4 inclinados consecutivos de los surcos 5 de la rejilla, así como la sección 6 céntrica paraboloide de la superficie 3 límite.

Este tipo de estructuras de lentes, así como la forma de calcularlas, se describen básicamente en la literatura especializada correspondiente, por lo que no debe adentrarse aquí de forma detallada en esto.

A este respecto, ha de citarse también la posibilidad de, en lugar de los flancos 4 según la figura 1b, inclinados y continuos por la altura h , emplear una disposición escalonada en la que las superficies que forman los escalones se aproximen a los flancos 4 en su efecto óptico. Este tipo de estructuras de rejilla pueden fabricarse tanto en el denominado procedimiento de escritura directa, como también mediante técnicas de máscaras adecuadas, y el número de escalones puede variarse en función del resultado pretendido. En este caso, para una pluralidad de casos de aplicación ya es suficiente con una división en cuatro u ocho escalones. No obstante, en caso de altos requisitos de calidad también es posible, por ejemplo, prever sesenta y cuatro escalones o un número de escalones correspondiente a una potencia mayor de 2.

En la figura 1c se muestra de forma esquemática

un elemento de lente que está formado por una denominada "estructura binaria". Las características fundamentales de la estructura binaria según la figura 1c consisten en este caso en que tanto los surcos 8 de la rejilla, como también las almas 9 de la rejilla están configurados en cada caso rectangulares en la sección transversal. En este caso, las estructuras binarias según la figura 1c se generan normalmente empleando máscaras correspondientes y, a este respecto, resulta ventajosa la particularidad adicional de la estructura según la figura 1c, a saber, la profundidad h de rejilla de la estructura de rejilla es uniforme por todo el elemento de lente de modo que al fabricar el maestro correspondiente, ni deben preverse tiempos de acción diferentes del medio que separa el material, ni debe trabajarse con diferentes intensidades del medio que actúa sobre el sustrato mediante la máscara correspondiente.

Además, existe la posibilidad de fabricar estructuras de lentes adecuadas mediante procedimientos holográficos conocidos en sí mismos, y entonces se obtienen estructuras con una profundidad de rejilla aún menor y un desarrollo aproximadamente senoidal, lo cual, no obstante, puede conducir a las desventajas explicadas anteriormente.

Las figuras 2a, 3a, 6a y 8a muestran de forma algo esquematizada, intensamente ampliada y en una representación en perspectiva, en cada caso la vista de una superficie de forma libre configurada como elemento de lente refractante, es decir, de un elemento de forma libre, y en las figuras se muestra en cada caso sólo una vista en planta superior en perspectiva de la superficie 3 límite del elemento de forma libre que se encuentra entre las dos capas 1, 2 para ilustrar el principio de la invención.

Este tipo de elementos refractantes de forma libre con suficiente posibilidad de diferenciación óptica sólo pueden conseguirse cuando, bien el grosor de las capas 1, 2 que rodean a la superficie 3 límite es suficiente grande, o bien las dimensiones de la superficie de forma libre paralela a la superficie de referencia imaginaria, por ejemplo, en la figura 2a de la superficie 10 base, son suficientemente pequeñas, dado que con elementos refractantes de forma libre, tal como puede observarse claramente en la figura 1a, la altura h del elemento de lente depende directamente de las dimensiones de la superficie de forma libre en la dirección del eje x.

En la figura 3a se muestra un elemento 11 de forma libre a modo de gota y, según la representación de la figura 3a, el elemento 11 de forma libre que forma la superficie de forma libre a modo de gota está constituido de tal manera que la superficie de forma libre parece sobresalir hacia arriba de la superficie 3 límite, por lo demás plana. Naturalmente, también podría generarse de forma correspondiente la impresión de que la gota formada por el elemento 11 de forma libre sobresaliera hacia atrás (abajo) de la superficie 3 límite circundante.

La figura 6a muestra en una representación similar a la figura 3a un elemento 12 de forma libre anular refractante que, por ejemplo, puede simbolizar la letra "O" o, sin embargo, también puede tener sólo un efecto decorativo.

De forma correspondiente, en la figura 8a se muestra en perspectiva la superficie 3 límite que se obtiene cuando se ilustra la letra "L" mediante un elemento 13 refractante de forma libre.

Adaptándose a las figuras 3a, 6a y 8a, las figuras 3b, 6b y 8b muestran en cada caso, de forma seccionada aproximadamente en perpendicular a la superficie de referencia imaginaria, la trayectoria de la superficie 3 límite en los elementos 11, 12 y 13 de forma libre correspondientes, y las dimensiones de las representaciones gráficas de las figuras 3b, 6b y 8b se muestran a su vez de forma correspondiente a las figuras 1a a 1c, es decir, en cualquiera de las unidades del eje x, mientras que la desviación perpendicular a la superficie de referencia imaginaria se muestra en radianes en el eje y. En este caso, el perfil de la figura 3b discurre a lo largo del eje de simetría del elemento 11 de forma libre en forma de gota en la figura 3a y, concretamente, desde la parte inferior derecha de la figura 3a a la parte superior izquierda, es decir, desde la zona redondeada a la punta de la gota. En relación con la figura 8b, el perfil de la pata izquierda de la "L" se aplica en cada caso desde la parte inferior derecha a la parte superior izquierda, con lo que, debido a la pata transversal de la "L" que se desvía hacia la derecha y hacia abajo, se obtiene la sobre-elevación en la zona izquierda de la figura 8b.

Ahora resulta interesante una comparación de las estructuras de rejilla difractantes que sirven como elementos de forma libre con las estructuras refractantes de las figuras 2a, 3a, 6a y 8a.

La figura 2b muestra de forma esquematizada e intensamente ampliada una vista en planta superior sobre la superficie de forma libre de la figura 2a y, concretamente, con la dirección de observación aproximadamente perpendicular a la superficie 10 de referencia, con la configuración de la superficie de forma libre como elemento difractante de forma libre con una estructura de rejilla con líneas de rejilla que siguen fundamentalmente a las líneas de contorno de la superficie de forma libre, y en la que la separación de las líneas de rejilla de la zona central del elemento de forma libre hacia su borde varía de forma continua. En relación con esto, una comparación de las figuras 2a y 2b también permite observar que el concepto "líneas de contorno de la superficie de forma libre" en el sentido de la invención no significa necesariamente la delimitación real de la superficie de forma libre. Más bien es importante que las estructuras de rejilla discurren de tal manera que la configuración espacial de la superficie de forma libre, por ejemplo, la diferente separación de la superficie de forma libre de la figura 2a de la superficie 10 de referencia imaginaria, se considere de forma correspondiente.

La figura 2c muestra en una representación que también corresponde a la representación de la figura 2b la estructura de la superficie de forma libre de la figura 2a en vista en planta superior cuando el elemento de lente no está formado según la figura 1b por una estructura de rejilla con surcos de rejilla que varían de forma continua, sino cuando, en lugar de esto, la estructura de la rejilla es una estructura binaria tal como se muestra básicamente en la figura 1c.

Las figuras 4a, 7a y 9a muestran a su vez vistas en planta superior, correspondientes básicamente a las figuras 3a, 6a y 8a, del elemento 11 de forma libre a modo de gota, el elemento 12 de forma libre anular o el elemento 13 de forma libre a modo de L, no obstante, a su vez, el elemento de forma libre no está configurado en cada caso como lente refractante, sino como estructura de rejilla difractante de la configuración básica de la figura 1b.

Las secciones o perfiles de altitud correspondientes a las figuras 3b, 6b y 8b se muestran de forma correspondiente en las figuras 4b, 7b y 9b.

En relación con la superficie de forma libre a modo de gota de las figuras 3a ó 4a, en la figura 5a se reproduce finalmente la vista en planta superior en caso de una configuración del elemento de forma libre como rejilla binaria y el perfil de altitud que resulta de la superficie 3 límite se muestra de forma correspondiente en la figura 5b. En relación con la superficie de forma libre anular o en forma de L, se ha prescindido de mostrar una vista en perspectiva de la superficie 3 límite en caso de una configuración del elemento de forma libre como estructura binaria. Sin embargo, los perfiles de altitud correspondientes se muestran en las figuras 7c y 9c (para el elemento de forma libre anular o en forma de L).

A su vez, una comparación correspondiente de las figuras 3b, 6b y 8b con las figuras 4b, 7b y 9b ó 5b, 7c y 9c muestra la manifiesta reducción de altura de las estructuras en la transición de una estructura refractante (figuras 3b, 6b, 8b) a una estructura de rejilla continua difractante (figuras 4b, 7b y 9b) o una estructura binaria (figuras 5b, 7c y 9c).

En la figura 10 se reproduce finalmente un ejemplo de una estructura más compleja con superficies de forma libre formadas por elementos de forma libre. Se trata de una estructura de tejido o rejilla en la que los hilos 14 ó 15 que se cruzan están reforzados según la invención gracias a su configuración como elementos de forma libre.

En los ejemplos de realización descritos se trata únicamente de formas de realización relativamente sencillas que, por ejemplo, como las figuras 3 a 9, sólo comprenden en cada caso un elemento de forma libre. Naturalmente, mediante la correspondiente combinación de diferentes elementos de forma libre es posible generar elementos ópticamente variables también con efectos complejos y en especial también puede concebirse, además de los elementos de forma libre en forma de lentes según la invención, prever estructuras ópticamente activas, en especial estructuras difractantes, que generen efectos totalmente diferentes, por ejemplo, efectos de movimiento, efectos de vuelta, cambio de la imagen, etc. También puede concebirse el combinar los elementos de forma libre u otras estructuras difractantes con una sucesión de capas delgadas, especialmente capas (por ejemplo, semiconductoras) o con tintas especiales, por ejemplo, tintas iridiscentes para conseguir de esta manera efectos especiales de cambio de color. Además, por ejemplo, los elementos de forma libre según la invención pueden combinarse unos bajo otros o entremezclar-

se con otras estructuras ópticamente activas o varias superficies de forma libre, por ejemplo, en el sentido de la patente europea N° 0 375 833 B1, de modo que para un observador se muestran de forma cambiante el o un elemento de forma libre determinado a modo de lente o una o varias otras estructuras ópticamente activas, en función del ángulo con el que se observe el sustrato correspondiente. También es posible una combinación de los elementos ópticamente variables según la invención con elementos impresos, estructuras mate o superficies reflejadas.

Pueden conseguirse configuraciones especialmente interesantes de los elementos ópticamente variables según la invención cuando la capa 3 límite que forma la estructura activa sólo está dotada por zonas con una capa que aumenta la reflexión, especialmente con una metalización, y aquí puede estar prevista, por ejemplo, una desmetalización adaptada a los elementos de forma libre. Por ejemplo, sería concebible, en las formas de realización de las figuras 3a a 9a sólo dotar en cada caso al elemento de forma libre, es decir, la superficie 11 de forma libre a modo de gota (de las figuras 3a, 4a y 5a), el elemento 12 anular (de las figuras 6a y 7a) o el elemento en forma de L (de las figuras 8a y 9a) con una metalización en la zona de la superficie 3 límite, sin embargo, no, la superficie límite circundante entre las capas 1 y 2. El elemento ópticamente variable en forma de tejido según la figura 10 podría configurarse también de forma más interesante por medio de una metalización parcial y, por ejemplo, podrían estar metalizadas únicamente las zonas de superficie de la capa 3 límite que forman los hilos 14, 15, mientras que en los espacios intermedios entre los hilos 14, 15 no hay metalización, de modo que entretanto el elemento ópticamente variable sería transparente.

Se ha mencionado que la superficie 3 límite no tiene que estar obligatoriamente delimitada por los dos lados por una capa de barniz o adhesivo. En especial, al emplear el elemento ópticamente variable según la invención en la transmisión, la superficie 3 límite también podría limitar con el aire, con lo que eventualmente podría conseguirse de forma sencilla la diferencia de índice de difracción de las capas a ambos lados de la superficie 3 límite necesaria en la zona de la superficie 3 límite. Este tipo de configuraciones son muy apropiadas, por ejemplo, para láminas de envoltorio o embalaje que no se fijan sobre un sustrato.

Finalmente, puede utilizarse un elemento ópticamente variable, precisamente porque es relativamente plano, también en combinación con elementos impresos, por ejemplo, superpuestos por zonas.

REIVINDICACIONES

1. Elemento ópticamente variable que al menos en superficies parciales presenta una superficie límite que forma una estructura ópticamente activa y que sobresale y/o se adentra espacialmente respecto a una superficie de referencia imaginaria, y en el que la estructura ópticamente activa presenta al menos una superficie de forma libre que para el observador se muestra tridimensional, en forma de un símbolo alfanumérico, una figura geométrica u otro objeto, **caracterizado** porque la superficie de forma libre está formada por una zona parcial, configurada a modo de lente, de la superficie (3) límite que genera un efecto de ampliación, un efecto de reducción o un efecto de difusión y forma un elemento (11, 12, 13, 14, 15) de forma libre.

2. Elemento ópticamente variable según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la superficie (3) límite está incrustada entre dos capas (1, 2) de un compuesto de capas.

3. Elemento ópticamente variable según la reivindicación 1 y 2, **caracterizado** porque al menos una de las capas (1, 2) que encierran a la superficie (3) límite está coloreada.

4. Elemento ópticamente variable según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque la superficie (11, 12, 13, 14, 15) de forma libre está configurada como elemento de forma libre difractante (figura 1b) con una estructura de rejilla cuya profundidad (h) de rejilla es como máximo de $10\ \mu\text{m}$, la cual comprende líneas de rejilla que siguen fundamentalmente a las líneas de contorno de la superficie (11, 12, 13, 14, 15) de forma libre, y en el que la separación de las líneas de rejilla respecto a la zona (6) central de la superficie (11, 12, 13, 14, 15) de forma libre varía de forma continua hacia su borde.

5. Elemento ópticamente variable según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la estructura de rejilla del elemento de forma libre está configurada de tal manera en cada caso unos de los flancos (7) de sus surcos (5) de rejilla discurren paralelos entre sí y aproximadamente paralelos a una perpendicular (S) a la superficie (10) de referencia, mientras que el ángulo (α) de los otros flancos (4) correspondientes de los surcos (5) de rejilla varía respecto a la perpendicular (S) a la superficie (10) de referencia en una dirección transversal a las líneas de rejilla fundamentalmente de forma continua de surco (5) de rejilla al surco (5) de rejilla.

6. Elemento ópticamente variable según la reivindicación 5, **caracterizado** porque los flancos (4) de los surcos (5) de rejilla que discurren formando un ángulo (α) respecto a la perpendicular (S) a la superficie (10) de referencia están configurados de forma escalonada, con lo que, debido a las superficies que forman los escalones, los flancos (4) se aproximan en su efecto óptico.

7. Elemento ópticamente variable según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque la es-

tructura de la rejilla del elemento de forma libre es una estructura binaria (figura 1c) que presenta en la sección transversal almas (9) de rejilla y surcos (8) de rejilla fundamentalmente rectangulares.

8. Elemento ópticamente variable según la reivindicación 7, **caracterizado** porque la profundidad (h) de los surcos (8) de rejilla de la estructura de rejilla del elemento de forma libre es aproximadamente igual por toda la superficie (11, 12, 13, 14, 15) de forma libre.

9. Elemento ópticamente variable según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque la superficie (11, 12, 13, 14, 15) de forma libre está formada por un elemento de forma libre generado de modo holográfico.

10. Elemento ópticamente variable según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque la superficie (11, 12, 13, 14, 15) de forma libre forma parte de una disposición de estructura global ópticamente activa que, además del elemento de forma libre, comprende zonas parciales con elementos ópticamente variables que generan diferentes efectos ópticos para el observador.

11. Elemento ópticamente variable según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque la estructura ópticamente activa está combinada totalmente o por zonas con una disposición de capas delgadas.

12. Elemento ópticamente variable según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque la superficie (3) límite que forma la estructura ópticamente activa está dotada, al menos por zonas, de un recubrimiento que aumenta la reflexión.

13. Elemento ópticamente variable según la reivindicación 12, **caracterizado** porque el recubrimiento que aumenta la reflexión está formado por una capa de metal.

14. Elemento ópticamente variable según la reivindicación 12 ó 13, **caracterizado** porque el recubrimiento que aumenta la reflexión está previsto de forma adaptada al menos un elemento (11, 12, 13, 14, 15) de forma libre.

15. Elemento ópticamente variable según la reivindicación 13 y 14, **caracterizado** porque la adaptación se genera mediante una desmetalización por zonas de la capa (3) límite.

16. Uso de un elemento ópticamente variable según una de las reivindicaciones precedentes como elemento de seguridad frente a la falsificación de documentos de valor o para objetos que deban asegurarse.

17. Uso según la reivindicación 16, **caracterizado** porque el elemento ópticamente variable está incorporado en la disposición de capas decorativas de una lámina de transferencia, especialmente de una película de estampación en caliente, que puede traspasarse a un sustrato.

18. Uso según la reivindicación 16, **caracterizado** porque el elemento ópticamente variable está incorporado en la disposición de capas decorativas de una película de laminación.

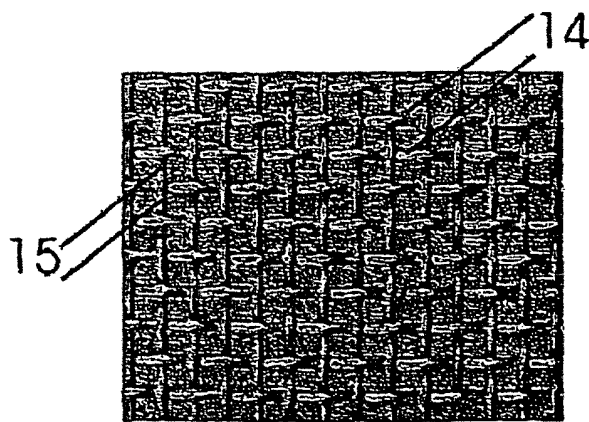
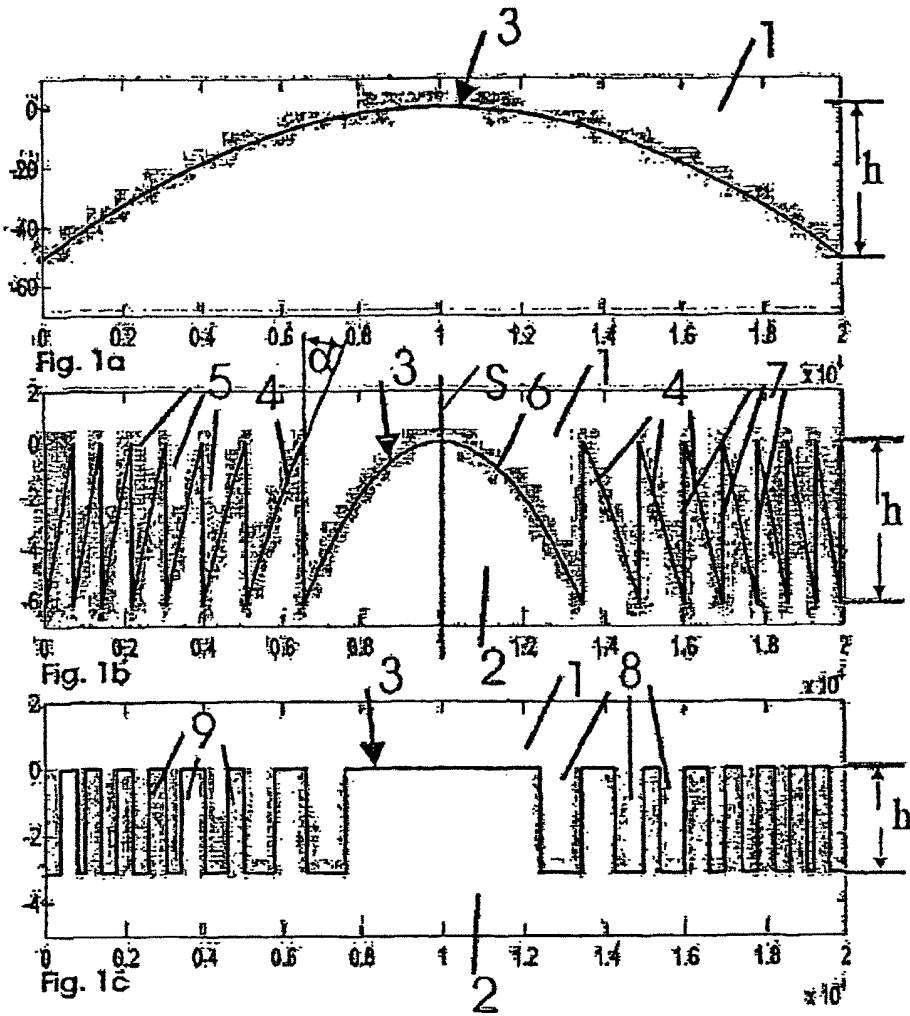


Fig. 10

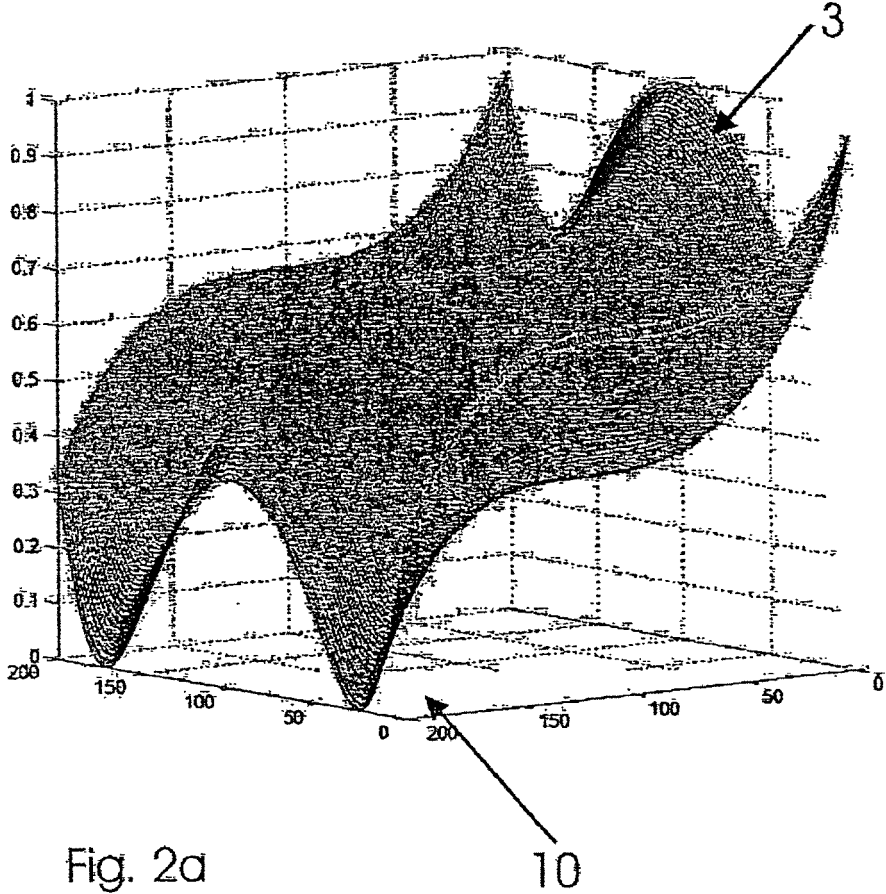


Fig. 2a

10

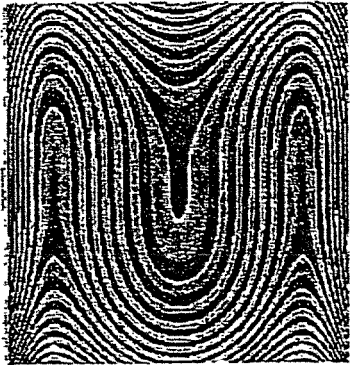


Fig. 2b

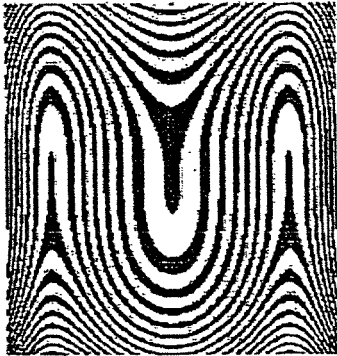


Fig. 2c

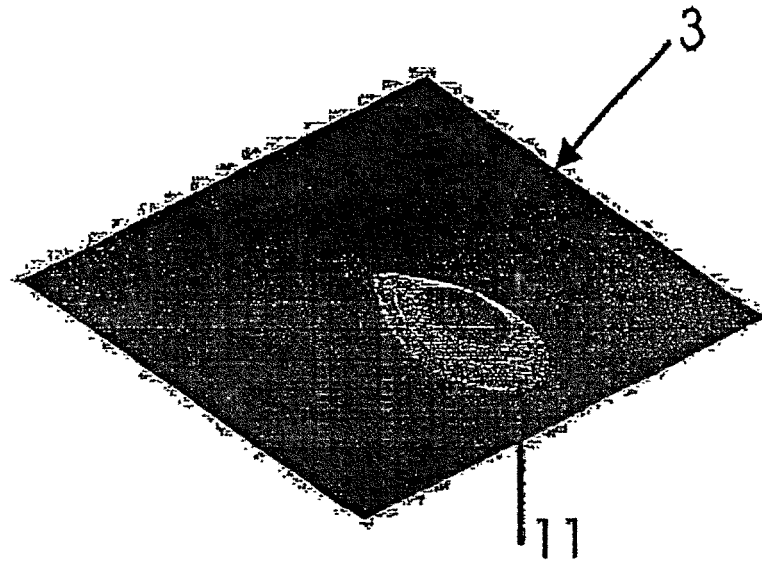


Fig. 3a

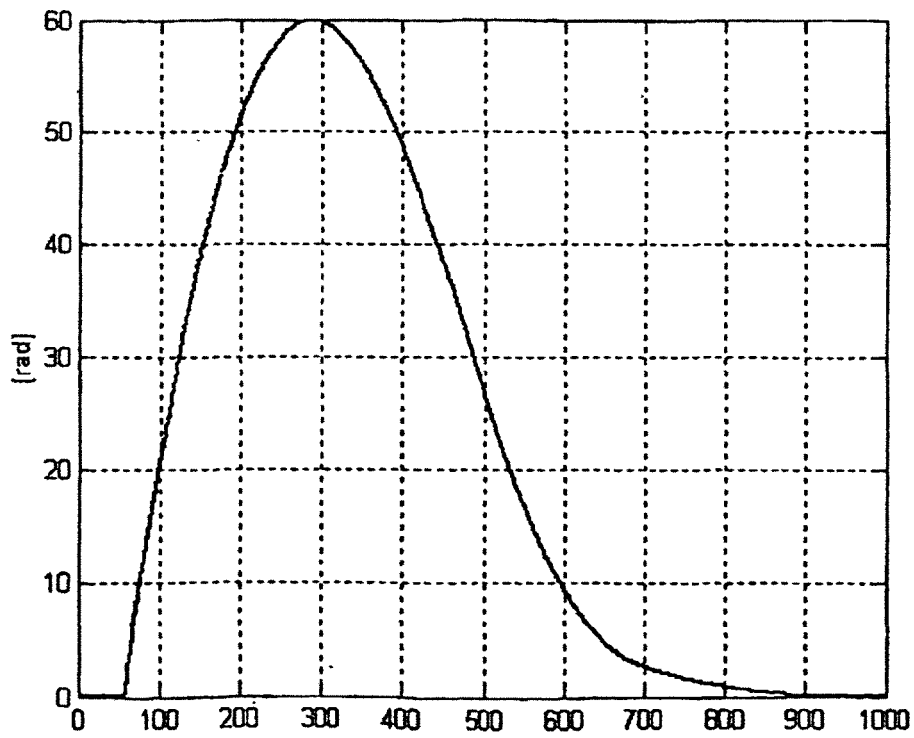


Fig. 3b

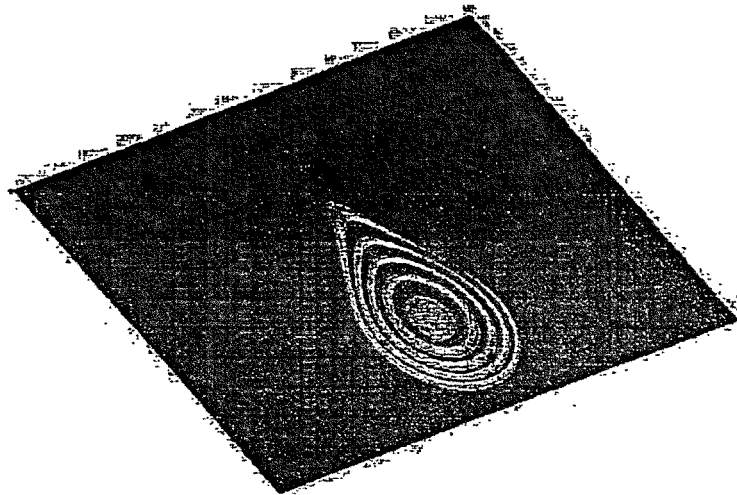


Fig. 4a

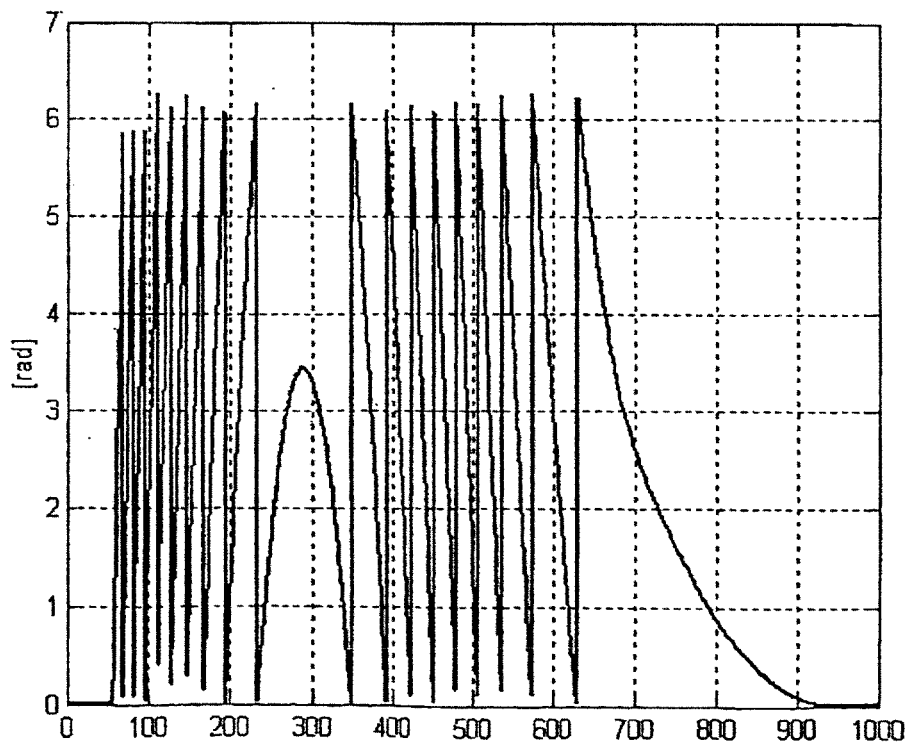


Fig. 4b

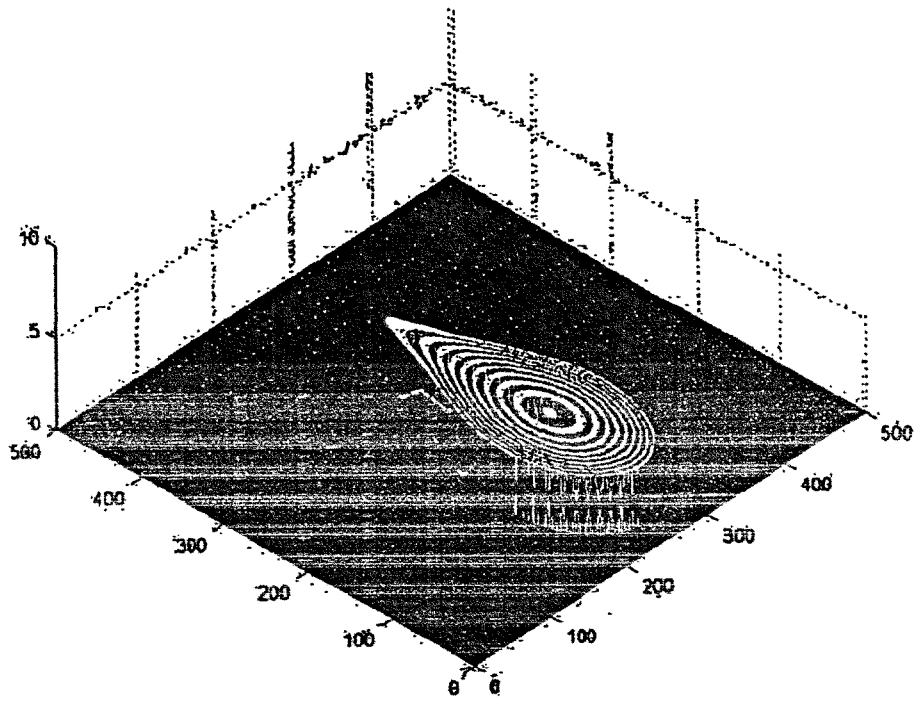


Fig. 5a

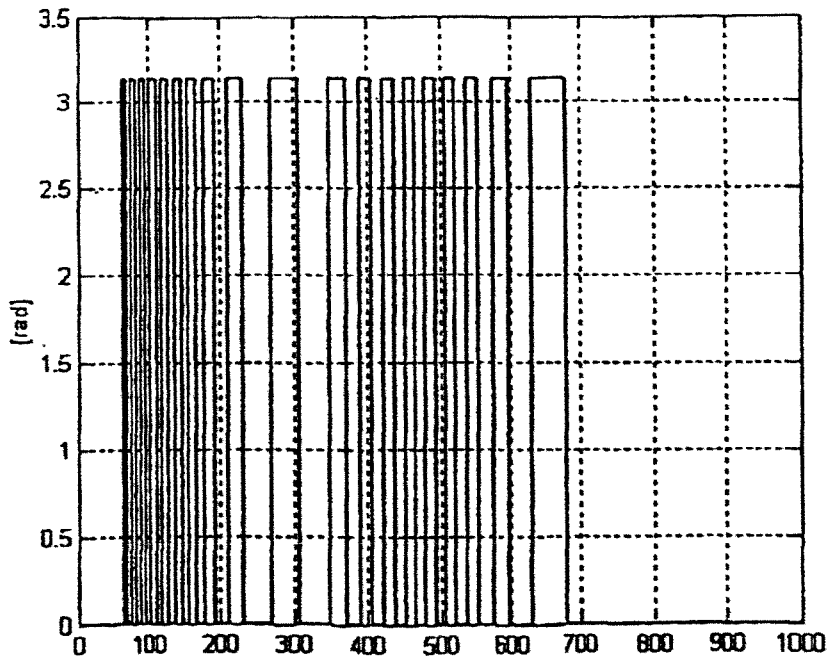


Fig. 5b

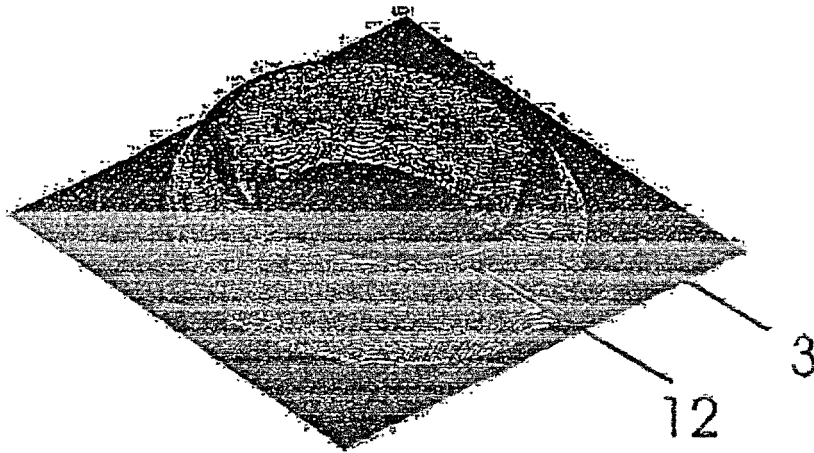


Fig. 6a

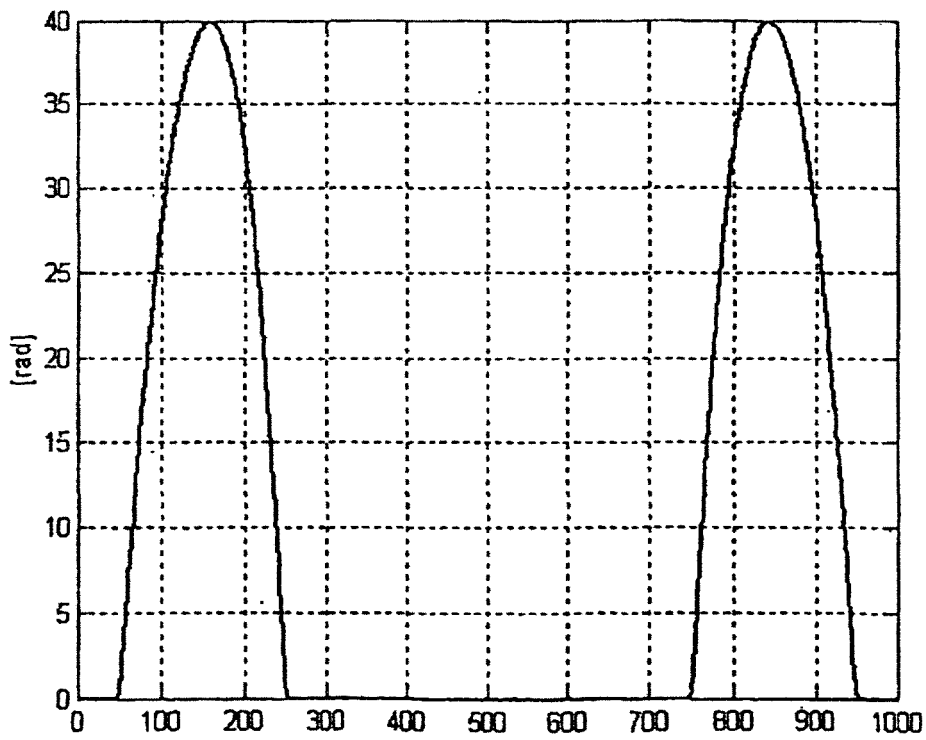


Fig. 6b

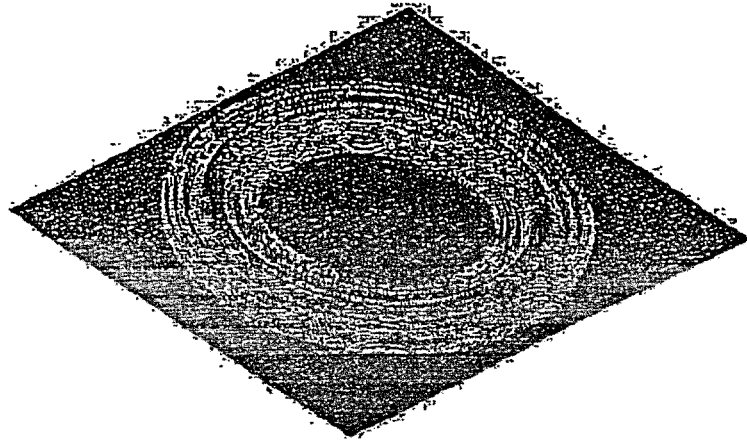


Fig. 7a

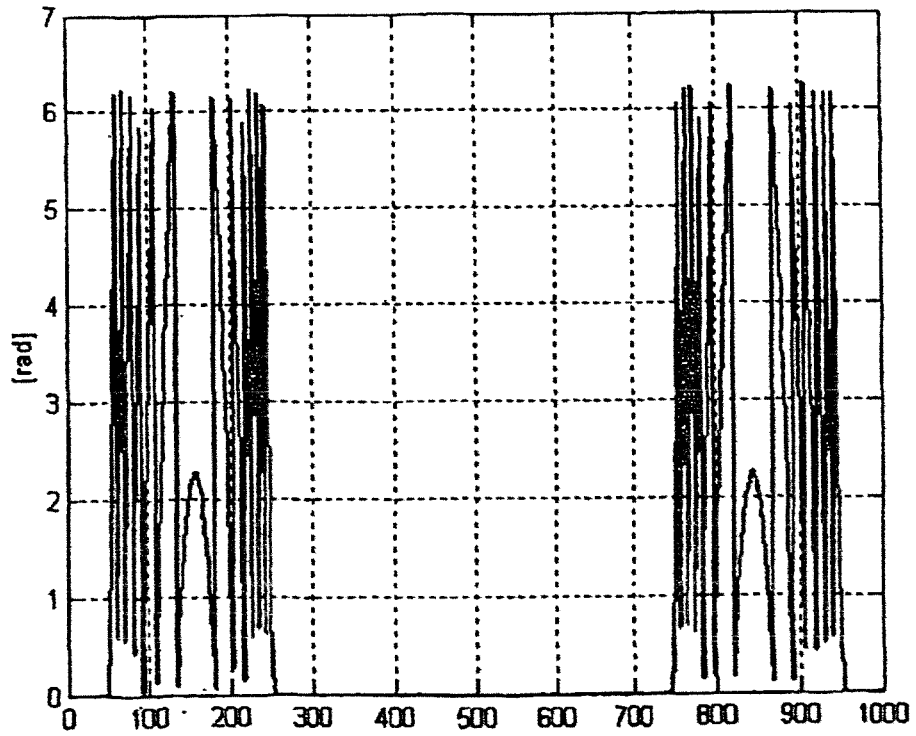


Fig. 7b

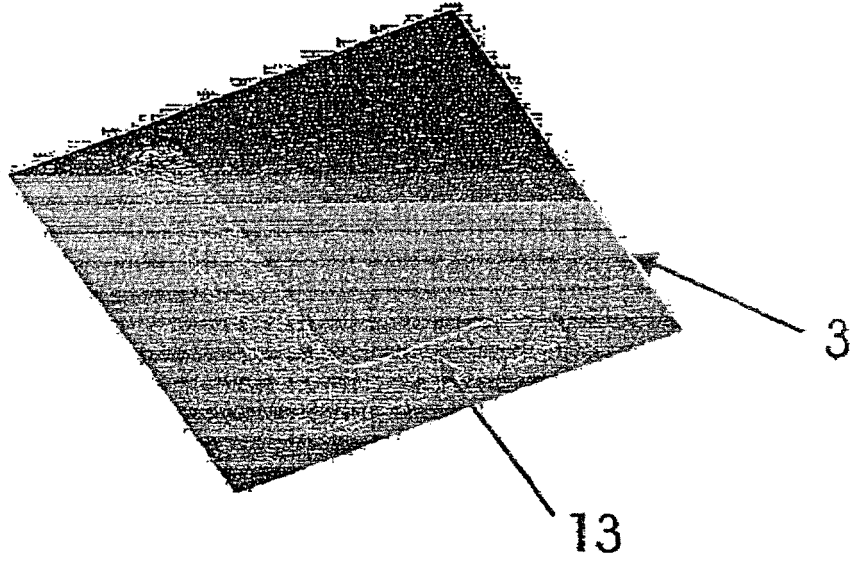


Fig. 8a

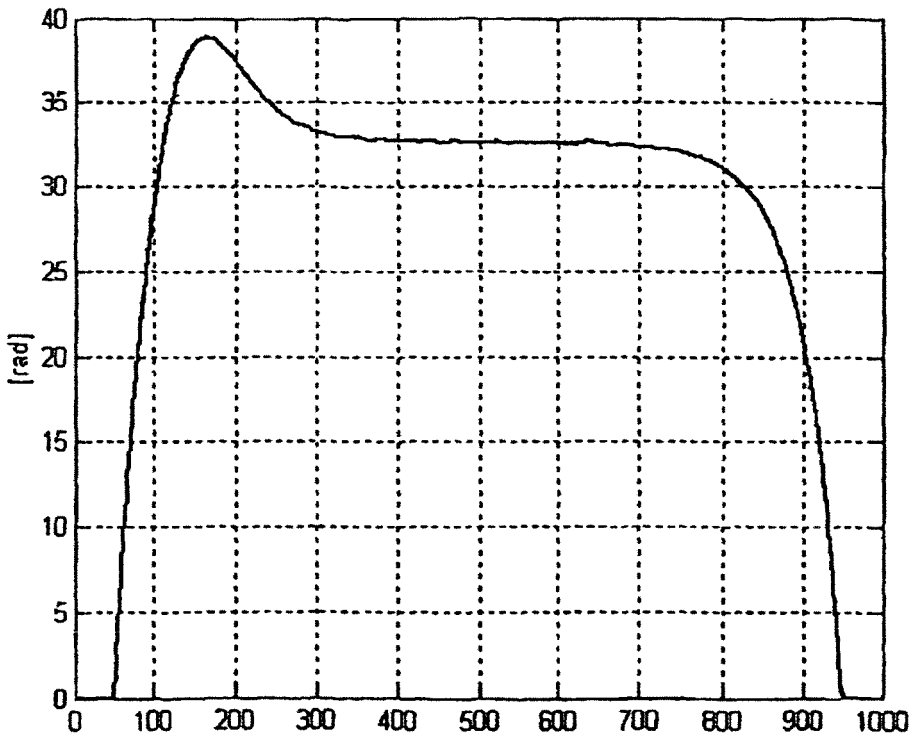


Fig. 8b

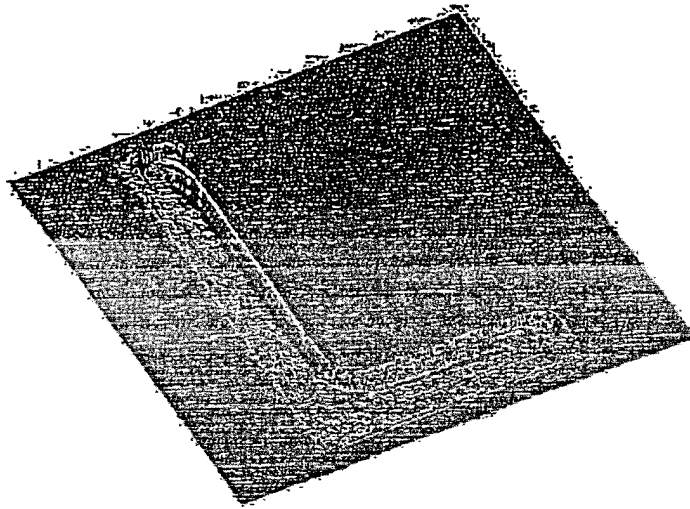


Fig. 9a

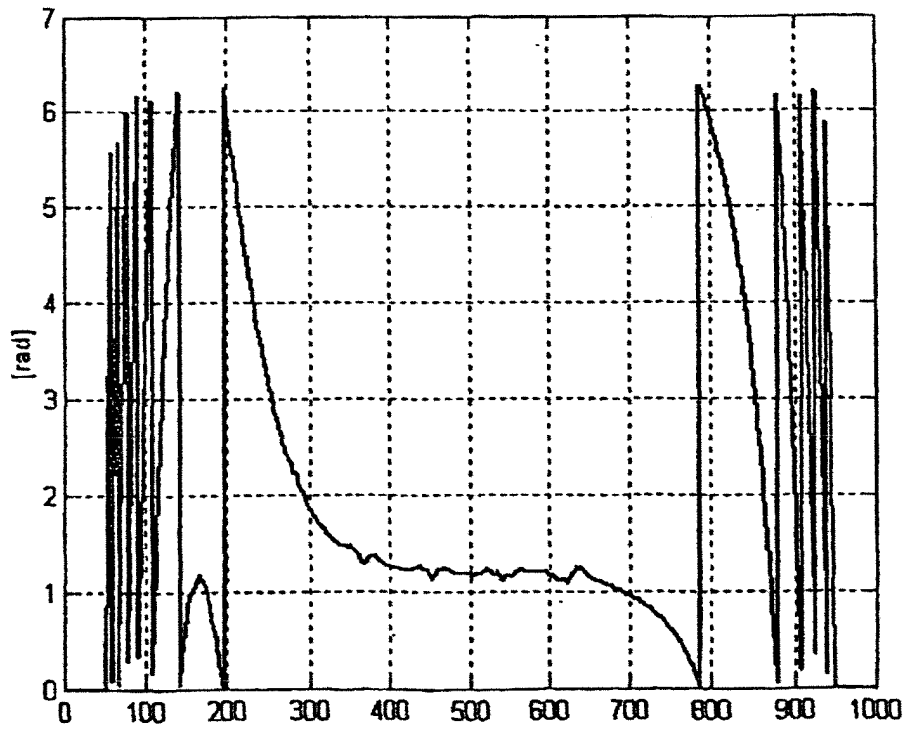


Fig. 9b

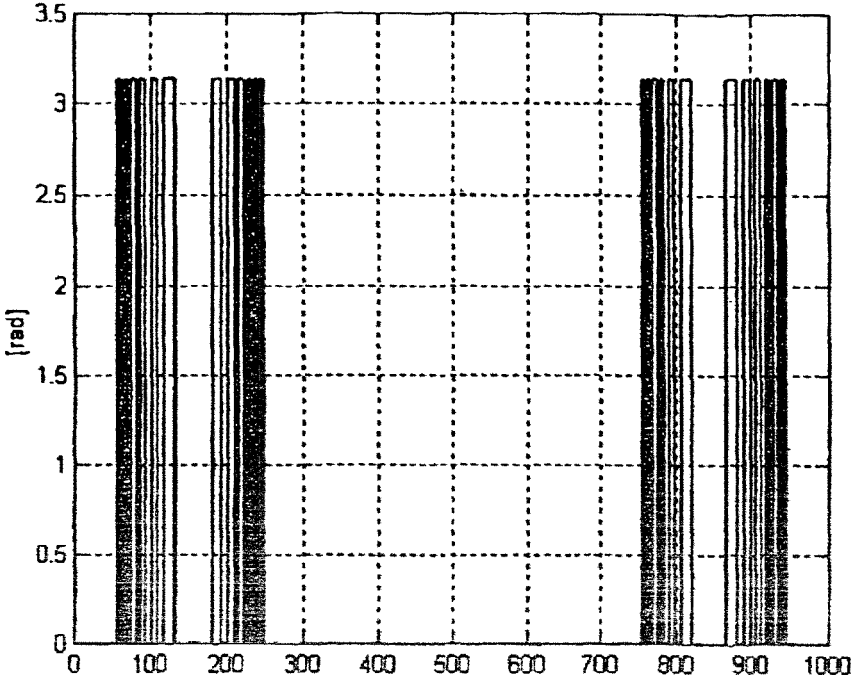


Fig. 7c

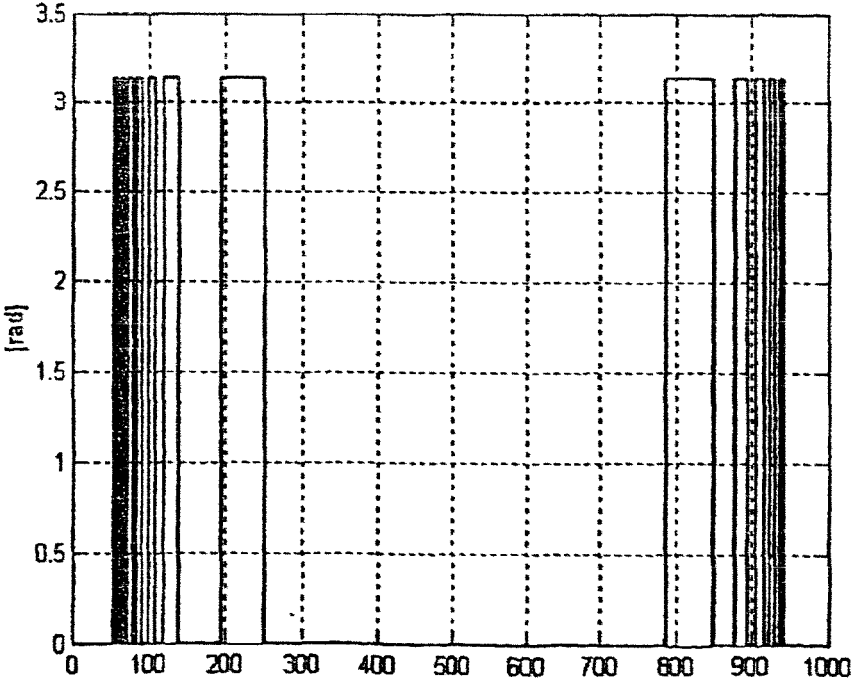


Fig. 9c