



No. 11-113140-00000-0000

Fecha: 2011-09-02 14:27:54 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 110



INDUSTRIAL

Delegatura de Propiedad Industrial
División de Nuevas Creaciones

SOLICITUD DE

**PATENTE DE INVENCION
PCT ENTRADA EN FASE NACIONAL**

21. EXPEDIENTE No. _____

54. TITULO: MEJORAS EN METODOS PARA PRODUCIR
DISPOSICIONES DE LENTES

52. CLASIFICACION INTERNACIONAL: G02B 27/22, B42D 15/10,
G02B 3/00

71. SOLICITANTE: SECURENCY INTERNATIONAL PTY LTD.

DOMICILIO: Potter Street, Craigieburn, Victoria 3064,
AUSTRALIA

74. APODERADO: Dra. MARGARITA CASTELLANOS A.

22. BOGOTA, D.C., _____

PETITORIO



Espacio reservado para el adhesivo de radicación

FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTES
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL

SOLICITUD DE:

①

☒ Patente de Invención.☐ Patente de Modelo de Utilidad.☒ Capítulo I☐ Capítulo II

②

SOLICITANTE (71)

Nombre: **SECURENCY INTERNATIONAL PTY LTD.**Dirección: **Potter Street
Craigieburn, Victoria 3064
AUSTRALIA**Nacionalidad o Domicilio: **Craigieburn, Victoria
AUSTRALIA**Lugar de Constitución: **AUSTRALIA**

Teléfono:

Fax:

E-mail:

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☐

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número

③

REPRESENTANTE
O APODERADONombre: **MARGARITA CASTELLANOS A.**Dirección: **CALLE 94A No. 7A-09**Teléfono: **756 0770** Fax: **755 0158**E-mail: **info@castellanosyco.com**

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☒

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número

39'779.654 TPA **70.819**

④

INVENTOR (ES) (72)

JONATHAN A. MOON
Apt 308 LighterQuay
83 Halsey Street
Freemans Bay, Auckland
NUEVA ZELANDA**DAVID E. ROBERTS**
19264 Seeley Ridge Road
Hillsboro, Wisconsin 54636
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

⑤

PCT (86)

Solicitud Internacional No.

PCT/AU2010/000243

Fecha

03/03/2010

Publicación Internacional No.

WO 2010/099571 A1

Fecha

10/09/2010

⑥

Título (54)

MEJORAS EN METODOS PARA PRODUCIR DISPOSICIONES DE LENTES

⑦

Clasificación Internacional (51)

G02B 27/22, B42D 15/10, G02B 3/00

⑧

Prioridad

(33) País de Origen

(32) Fecha

(31) Número de Solicitud

SI ☒NO ☐**US****04/03/2009****61/157,309**

⑨

Comprobante de pago No.

11-0084342 y 11-0084343

Fecha

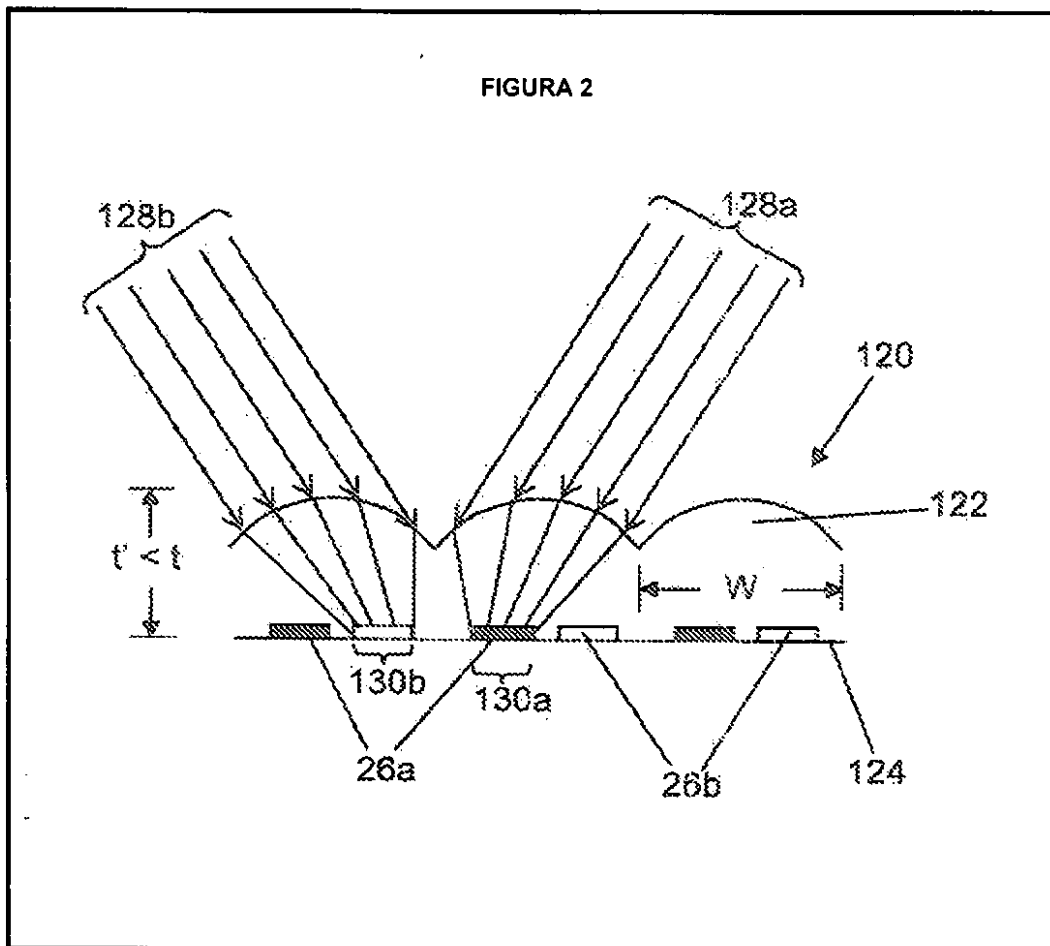
Agosto 30 de 2011

Instrucciones para el diligenciamiento del presente formulario, ver reverso de esta página.

10 Anexos

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- ☐ Documento que acredite la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☐ Poderes, si fuere el caso, junto con la sustitución del mismo a mi favor
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☐ Declaraciones.
- ☒ Copia de la solicitud internacional (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).
- ☐ Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA).
- ☐ Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☒ Arte final 12x12
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.
- ☒ Otros: Tarjeta Propietario, Extracto para la publicación

11 FIGURA CARACTERISTICA:



12 Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE:

MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO

FIRMA:

Margarita Castellanos
C.C. No. 39'779.654 Usaquén - TPA 70.819 C.S.J.

02 SET. 2011

Instrucciones para el diligenciamiento del presente formulario, ver reverso de esta página. - MCA/gcb - P2287

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

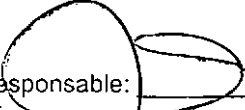
 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 11 - 0084342
		Bogotá D.C., Agosto 30 de 2011 - 13:57:22

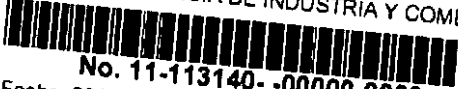
RECIBIDO DE : CASTELLANOS Y Y CO NI 800.174.641

*** Soporte del Pago ***					
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	383921020	29/08/2011	6.554.000.00

*** Conceptos Pagados ***			
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO Vr. CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	571.000.00 571.000.00
			\$571.000.00
=====			

SON: **QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: 
Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 11-113140-00000-0000
Fecha: 2011-09-02 14:27:54 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 110

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

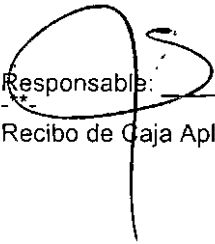
 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 11 - 0084343
		Bogotá D.C., Agosto 30 de 2011 - 13:57:22

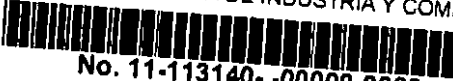
RECIBIDO DE : CASTELLANOS Y Y CO NI 800.174.641

*** Soporte del Pago ***					
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	383921020	29/08/2011	6.554.000.00

*** Conceptos Pagados ***			
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO Vr. CONCEPTO
31	50005-01-01	SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INICIALES
			27.000.00 837.000.00
			\$837.000.00
=====			

SON: **OCHOCIENTOS TREINTA Y SIETE MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: 
Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 11-113140-00000-0000
Fecha: 2011-09-02 14:27:54 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 110

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

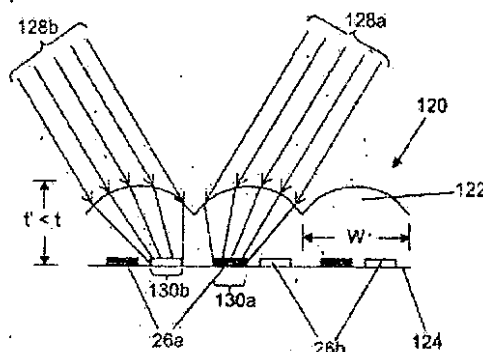
(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
10 September 2010 (10.09.2010)(10) International Publication Number
WO 2010/099571 A1

PCT

- (51) International Patent Classification:
G02B 27/22 (2006.01) G02B 3/00 (2006.01)
B42D 15/10 (2006.01)
- (21) International Application Number:
PCT/AU2010/000243
- (22) International Filing Date:
3 March 2010 (03.03.2010)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
61/157,309 4 March 2009 (04.03.2009) US
- (71) Applicant (for all designated States except US): SECURENCY INTERNATIONAL PTY LTD [AU/AU];
Potter Street, Craigieburn, Victoria 3064 (AU).
- (72) Inventors; and
- (75) Inventors/Applicants (for US only): MOON, Jonathan, A. [NZ/NZ]; Apt 308 Lighter Quay, 83 Halsey Street, Freemans Bay, Auckland (NZ). ROBERTS, David, E. [US/US]; 19264 Seeley Ridge Road, Hillsboro, Wisconsin 54636 (US).
- (74) Agent: WATERMARK PATENT AND TRADE MARK ATTORNEYS; Level 2, 302 Burwood Road, Hawthorn, Victoria 3122 (AU).
- (81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Published:
— with international search report (Art. 21(3))

(54) Title: IMPROVEMENTS IN METHODS FOR PRODUCING LENS ARRAYS

Figure 2



(57) Abstract: There is provided a lens array for imaging a plurality of image elements in an object plane, and a method of making a lens array. The lens array includes a plurality of lenslets formed in or on one side of a transparent or translucent material with the image elements disposed on the opposite side, and has a gauge thickness corresponding to the distance from the apex of each lenslet to the object plane. Each lenslet has a set of lens parameters. The gauge thickness and/or at least one lens parameter is or are optimised such that each lenslet has a focal point size in the object plane which is either substantially equal to the size of the image elements in the object plane, or varies from the size of the image elements by a predetermined amount.

IMPROVEMENTS IN METHODS FOR PRODUCING LENS ARRAYS**FIELD OF THE INVENTION**

The present invention relates to improved methods for designing and
5 manufacturing lens arrays, and to lens arrays produced thereby.

BACKGROUND

Lens arrays allow the generation of a number of different types of optical
effect. For example, an array of lenses focussed on underlying image elements at
the focal plane of the array can generate integral images which appear to be
10 three dimensional, which move, change magnification or morph as the viewing
angle changes, or which have apparent depth outside the plane of the lens array.
A further effect can be achieved by interleaving two or more images underneath
the lenses, for example in strips underneath a plurality of cylindrical lenses, so
that the viewer sees different images as the viewing angle changes. Such visual
15 effects are useful in a number of applications including displays, promotional
materials, collectable articles and as optically variable devices in security
documents.

Lens arrays are generally manufactured from transparent polymeric
materials to produce a sheet of material, referred to herein as a lenticular sheet.
20 The pattern of the lenslets forming the array is embossed or otherwise formed on
one side of the sheet, and the opposing side of the sheet is formed into a flat,
generally gloss-type surface. The image elements are applied to or placed at the
flat surface and may be formed, for example, by printing or by a laser marking
process. The sheet material is commonly manufactured as a monolayer, but
25 multilayer methods are also used.

The image elements may comprise printed dots. In one process, prior to
printing, a continuous image representing the desired final print on the flat surface
is converted to a halftone image. After printing, the halftone image will appear as
a plurality of printed dots on the flat surface.

30 The thickness (usually termed the gauge thickness) of the lenticular sheet
has traditionally been determined by the focal length of the lenslets, such that
incoming light rays substantially focus at the flat surface of the sheet. This design
is chosen to take advantage of the so-called sampling effect. The sampling effect

ensures that a dot printed at the focal length of the lens will appear to an observer at a particular viewing angle as a line across a cylindrical lens, and will appear to fill the entire lens area for a non-cylindrical lens. Therefore, an observer cannot distinguish two adjacent dots inside a single lens at a particular viewing angle.

5 In some cases, the material thickness and lens frequency (or pitch) of the lenslets may be pre-selected according to the needs of the end product, as well as the gauge limitations of the sheet material manufacturing process. The lens radius of curvature is then determined based on additional parameters such as the refractive index and Abbe number of the polymeric material used, so as to
10 focus incoming light rays substantially at the flat side of the sheet.

The recent trend in the art has been to produce thinner lenticular sheets so as to reduce manufacturing costs, while at the same time broadening the potential applications of optical effect articles. However, a thinner lenticular sheet generally requires a higher lens frequency in order to produce a focussed image.
15 For example, a material produced with a gauge thickness of 85 microns in polyester would require a lens frequency of approximately 224 lenslets per centimetre. Printing optical effect imagery on these high frequency microlens arrays is particularly challenging, and severely limits the type of effect that can be achieved and the type of press and prepress methods than can be used.
20 Furthermore, a high rate of waste material often results as very high line screens must be utilised and very accurate colour-to-colour registration becomes critical. These problems have meant that use of very high frequency lenticular sheet material has heretofore been limited.

One attempt to overcome the above problems is described in US patent
25 No. 6,833,960. Lenses are formed as hemispheres on a substrate using curable resins in a printing press. In this method, it is not possible to form the lenses on the substrate at their focal point. The lenses are thus substantially off-focus and this nullifies the sampling effect. The imagery produced by the method is thus substantially blurred.

30 Another method is described in US patent No. 6,989,931 and includes a composite image comprised of printed stripes viewable through a lenticular screen from a first angle, with an object or image placed a distance behind the lenticular screen viewable through transparent stripes at a second angle. In one

embodiment, a lenticular material thinner than its focal length is contemplated. However, an arbitrary off-focus design of this nature is not suitable for multiplexed lenticular imagery or intricate moiré effects because it can produce severe blurring and loss of image contrast.

5 Accordingly, there is a need for a method of reducing the gauge thickness of a lens array without introducing substantial blurring or other objectionable image artifacts.

In some circumstances it may be desirable to manufacture a lenticular sheet at a particular gauge thickness. If this is the case, it may then be desirable
10 to reduce the lens frequency, i.e. to increase the width of each lenslet, in order to maintain image quality in view of the constraints of the printing process (or other process for forming the image elements) to be used. It is therefore desirable to provide a lens array and a method which allows a lower lens frequency to be used without introducing substantial blurring or other objectionable image
15 artifacts.

Any discussion of documents, acts, materials, devices, articles or the like which has been included in the present specification is solely for providing a context for the present invention. It is not to be taken as an admission that any or all of these matters form part of the prior art base or were common general
20 knowledge in the field relevant to the present invention as it existed in Australia before the priority date of each claim in this application.

SUMMARY OF THE INVENTION

In one aspect, the present invention provides a lens array for imaging a plurality of image elements in an object plane, the lens array including a plurality
25 of lenslets formed in or on one side of a transparent or translucent material with the image elements disposed on the opposite side, the lens array having a gauge thickness corresponding to the distance from the apex of each lenslet to the object plane, wherein each lenslet has a set of lens parameters, with the gauge thickness and/or at least one lens parameter optimised such that each lenslet has
30 a focal point size in the object plane which is substantially equal to the size of the image elements in the object plane, or which varies from the size of the image elements by predetermined amount.

In another aspect of the present invention, there is provided a method of manufacturing a lens array for imaging a plurality of image elements in an object plane, the lens array including a plurality of lenslets, the lens array having a gauge thickness corresponding to the distance from the apex of each lenslet to the object plane, the method including the steps of:

determining a scale parameter which is representative of the size of the image elements in at least part of the object plane,

using the scale parameter to optimize the gauge thickness and/or at least one parameter of a set of lens parameters for each lenslet,

and forming the lens array with said gauge thickness and said lens parameters in or on one side of a transparent or translucent material with the image elements being disposed on the opposite side of the transparent or translucent material,

whereby, the lenslets have a focal point size in the object plane which is substantially equal to the size of the image elements, or which varies from the size of the image elements by a predetermined amount.

The set of lens parameters may include lens width, refractive index, sag height, radius of curvature, conic parameter and Abbe number. Some or all of these may be varied in order to obtain a focal point size with the desired characteristics in the object plane.

Preferably, each lenslet has a cross-section which is a conic section. The lenslets may be cylindrical or have a part-spherical or aspherical cross-section. Each lenslet is preferably rotationally symmetric in the plane of the lens array. In one embodiment, each lenslet may be an elongate lenticule having substantially uniform cross section along its length.

DEFINITIONS

Focal point size H

As used herein, the term focal point size refers to the dimensions, usually an effective diameter or width, of the geometrical distribution of points at which rays refracted through a lens intersect with an object plane at a particular viewing angle. The focal point size may be inferred from theoretical calculations, ray tracing simulations, or from actual measurements. The present inventors have found that ray tracing simulations using software such as ZEMAX closely match

direct measurements of lenses designed according to the methods described herein. The ray tracing simulation can be adjusted to account for the fact that incoming rays are not exactly parallel in reality.

Focal length f

- 5 In the present specification, focal length, when used in reference to a microlens in a lens array, means the distance from the vertex of the microlens to the position of the focus given by locating the maximum of the power density distribution when collimated radiation is incident from the lens side of the array (see T. Miyashita, "Standardization for microlenses and microlens arrays" (2007)
- 10 *Japanese Journal of Applied Physics* 46, p 5391).

Gauge thickness t

- The gauge thickness is the distance from the apex of a lenslet on one side of the transparent or translucent material to the surface on the opposite side of the translucent material on which the image elements are provided which
- 15 substantially coincides with the object plane.

Lens frequency and pitch

- The lens frequency of a lens array is the number of lenslets in a given distance across the surface of the lens array. The pitch is the distance from the apex of one lenslet to the apex of the adjacent lenslet. In a uniform lens array, the
- 20 pitch has an inverse relationship to the lens frequency.

Lens width W

- The width of a lenslet in a microlens array is the distance from one edge of the lenslet to the opposite edge of the lenslet. In a lens array with hemispherical or semi-cylindrical lenslets, the width will be equal to the diameter of the lenslets.

- 25 **Radius of curvature R**

The radius of curvature of a lenslet is the distance from a point on the surface of the lens to a point at which the normal to the lens surface intersects a line extending perpendicularly through the apex of the lenslet (the lens axis).

Sag height s

- 30 The sag height or surface sag s of a lenslet is the distance from the apex to a point on the axis intersected by the shortest line from the edge of a lenslet extending perpendicularly through the axis.

Refractive index n

The refractive index of a medium n is the ratio of the speed of light in vacuo to the speed of light in the medium. The refractive index n of a lens determines the amount by which light rays reaching the lens surface will be refracted, according to Snell's law:

$$n_1 * \sin(\alpha) = n * \sin(\theta),$$

where α is the angle between an incident ray and the normal at the point of incidence at the lens surface, θ is the angle between the refracted ray and the normal at the point of incidence, and n_1 is the refractive index of air (as an approximation n_1 may be taken to be 1).

10 **Conic constant P**

The conic constant P is a quantity describing conic sections, and is used in geometric optics to specify spherical ($P = 1$), elliptical ($0 < P < 1$, or $P > 1$), parabolic ($P = 0$), and hyperbolic ($P < 0$) lens. Some references use the letter K to represent the conic constant. K is related to P via $K = P - 1$.

15 **Lobe Angle**

The lobe angle of a lens is the entire viewing angle formed by the lens.

Abbe number

The Abbe number of a transparent or translucent material is a measure of the dispersion (variation of refractive index with wavelength) of the material. An appropriate choice of Abbe number for a lens can help to minimize chromatic aberration.

Security document

As used herein, the term security document includes all types of documents and tokens of value and identification documents including, but not limited to the following: items of currency such as banknotes and coins, credit cards, cheques, passports, identity cards, securities and share certificates, driver's licences, deeds of title, travel documents such as airline and train tickets, entrance cards and tickets, birth, death and marriage certificates, and academic transcripts.

30 **Transparent Windows and Half Windows**

As used herein the term window refers to a transparent or translucent area in the security document compared to the substantially opaque region to which printing is applied. The window may be fully transparent so that it allows the

transmission of light substantially unaffected, or it may be partly transparent or translucent partially allowing the transmission of light but without allowing objects to be seen clearly through the window area.

5 A window area may be formed in a polymeric security document which has at least one layer of transparent polymeric material and one or more opacifying layers applied to at least one side of a transparent polymeric substrate, by omitting least one opacifying layer in the region forming the window area. If opacifying layers are applied to both sides of a transparent substrate a fully transparent window may be formed by omitting the opacifying layers on both
10 sides of the transparent substrate in the window area.

A partly transparent or translucent area, hereinafter referred to as a "**half-window**", may be formed in a polymeric security document which has opacifying layers on both sides by omitting the opacifying layers on one side only of the security document in the window area so that the "half-window" is not fully
15 transparent, but allows some light to pass through without allowing objects to be viewed clearly through the half-window.

Alternatively, it is possible for the substrates to be formed from an substantially opaque material, such as paper or fibrous material, with an insert of transparent plastics material inserted into a cut-out, or recess in the paper or
20 fibrous substrate to form a transparent window or a translucent half-window area.

Opacifying layers

One or more opacifying layers may be applied to a transparent substrate to increase the opacity of the security document. An opacifying layer is such that $L_T < L_0$, where L_0 is the amount of light incident on the document, and L_T is the
25 amount of light transmitted through the document. An opacifying layer may comprise any one or more of a variety of opacifying coatings. For example, the opacifying coatings may comprise a pigment, such as titanium dioxide, dispersed within a binder or carrier of heat-activated cross-linkable polymeric material. Alternatively, a substrate of transparent plastic material could be sandwiched
30 between opacifying layers of paper or other partially or substantially opaque material to which indicia may be subsequently printed or otherwise applied.

In one embodiment of the invention, the gauge thickness of the lens array may be optimised with respect to the size of the image elements and the set of lens parameters.

In another embodiment, the lens parameters may be optimised with respect to the size of the image elements and the gauge thickness.

By choosing lens parameters such that the focal point size is correlated with the size of the image elements, the thickness of the lens array, or the lens frequency, can be reduced without substantially sacrificing image quality. This is because the majority of rays refracted through the lenslets and reaching the object plane will still intersect with the region covered by an image element at the desired viewing angle or angles and this allows the sampling effect to be maintained.

The thickness of the lens array can be reduced to provide a thinner lenticular sheet which still results in high quality image effects. Alternatively, the thickness can be maintained whilst widening the lenslets to allow more printing to be included under each lenslet, thus improving image quality and/or allowing for more complex visual effects to be produced.

Preferably, the thickness of the lens array is less than the focal length of all of the lenslets.

In a particularly preferred embodiment, the predetermined amount by which the focal point size varies from the size of the image elements is less than an estimated variability in the size of the image elements. The estimated variability may be the standard deviation, mean absolute deviation or the interquartile range of the size of the image elements. If the focal point size is larger than the size of the image elements, this allows for an even thinner lenticular sheet whilst substantially maintaining the desired image quality, since in general, only a relatively small portion of the power density distribution of the refracted rays will lie at the edges of the spot. If the focal point size is slightly smaller, the transitions between the image components producing the image effects can be made smoother.

In practice, we have found that a predetermined amount based on variation of up to 20% can produce high quality imagery whilst still accounting for the variation in printed image element size in the majority of situations. However,

if greater precision is required, the variability may be estimated from the actual size distribution of the printed image elements by any of the aforementioned methods.

The image elements may take the form of dots, lines or other shapes. The image elements may be applied to a surface in the object plane on the opposite side of the transparent or translucent material in a variety of ways, including laser marking. In one preferred embodiment, the image elements are printed on said surface in the object plane. The method of the invention may include the step of applying a plurality of printed dots to a rear surface of the transparent or translucent material with the lenslets formed on a front surface to form an optically variable device or article. Alternatively, a plurality of printed dots may be applied to a substrate (for example, of fibrous or polymeric material), and the substrate attached to the rear surface of the transparent or translucent material.

The lenslets may be formed by an embossing process in a transparent or translucent radiation-curable material applied to a substrate. The transparent or translucent radiation-curable material may be cured following embossing, but is preferably embossed and cured substantially simultaneously. The substrate is preferably formed from a transparent or translucent polymeric material with the combined thickness of the substrate and radiation curable material corresponding to the gauge thickness of the lens array. In a particularly preferred embodiment, the substrate is a flexible, sheet-like structure, and the substrate and radiation curable material form part of a security document, such as a banknote, credit card or the like. The substrate preferably has substantially the same refractive index as the lenslets.

In one preferred embodiment, the set of lens parameters is the same for each lenslet.

In another preferred embodiment, the focal point size, when averaged over at least two directions within the lobe angle of the lenslet, is substantially equal to the size of the image elements, or varies from the size of the image elements by a predetermined amount.

The directions over which the focal point size are averaged preferably include the on-axis direction, and an off-axis direction near the edge of the lobe angle.

In another aspect, the present invention provides a method of designing a lens array for imaging a plurality of image elements in an object plane, the lens array including a plurality of lenslets and having a gauge thickness corresponding to the distance from the apex of each lenslet to the object plane, the method including the steps of:

estimating a scale parameter which is representative of the size of the image elements in the object plane,

selecting a set of lens parameters for each lenslet, and

designing the lens array using the scale parameter to optimize the gauge thickness and/or at least one lens parameter of the set of lens parameters for each lenslet, wherein each lenslet has a focal point size in the object plane which is substantially equal to the size of the image elements, or which varies from the size of the image elements by a predetermined amount.

Preferably, the thickness of a lens array including the lenslets is less than the focal length of all of the lenslets.

The set of lens parameters may be the same for each lenslet. Alternatively, the lenslets in an area or areas of the lens array may have different lens parameters to the lenslets in the remainder of the lens array.

Preferably, the method further includes the step of measuring the sizes of the image elements in at least part of the object plane, wherein the scale parameter is estimated from the measured sizes of the image elements. The measurement may be performed using a densitometer, or alternatively may be performed by directly measuring the sizes of the image elements. Preferably, the image elements are part of a calibration template. In a particularly preferred embodiment, the image elements are printed lines or dots.

Measuring the sizes of the printed lines or dots allows the lens design to be tailored to the actual characteristics of the print, which may depend on the type of printing apparatus, inks and other materials, and prepress equipment used.

The scale parameter may be estimated by computing the mean or maximum of the sizes of the image elements. Alternatively, it may be estimated using a robust estimator, preferably an M-estimator, or one of the median, upper quartile or interquartile mean of the sizes of the image elements.

In a further aspect of the present invention, there is provided a method of manufacturing an optically variable device, including the steps of:

providing a substrate;

applying image elements to the substrate, said image elements being
5 located in an object plane;

determining a scale parameter which is representative of the size of the image elements; and

forming a plurality of lenslets in a transparent or translucent material on the substrate;

10 wherein each lenslet has a set of lens parameters determined so that the lenslets have a focal point size in the object plane which is substantially equal to the size of the image elements, or which varies from the size of the image elements by a predetermined amount.

In one preferred embodiment, the scale parameter is determined by
15 measuring the sizes of the image elements.

Preferably, the substrate is formed from a transparent or translucent sheet-like material with the lenslets formed in or on a first surface on one side of the substrate and the image elements applied to a second surface on the opposite side of the substrate. The lenslets may be formed in the transparent or
20 translucent sheet-like material itself. Alternatively, the lenslets may be formed in a transparent or translucent layer, eg by embossing a radiation-curable transparent or translucent resin, applied to a substrate which may be transparent, translucent or opaque.

The image elements may be formed by any convenient process, including
25 printing or laser marking. In a particularly preferred method, the image elements are printed dots.

In another aspect of the present invention, there is provided an optically variable device, including a substrate and a plurality of lenslets formed in or on the substrate, and a plurality of image elements located in an object plane in or
30 on the substrate, wherein each lenslet has a set of lens parameters determined so that the lenslets have a focal point size in the object plane which is substantially equal to the size of the image elements, or which varies from the size of the image elements by a predetermined amount.

Preferably, the lenslets are part of a lens array having a gauge thickness which is less than the focal length of each of the lenslets.

In a further aspect, the present invention provides an optically variable device including a lens array according to the first aspect of the invention.

5 An optically variable device manufactured by the methods above may be applied to a wide range of articles, though the invention has particular application to the field of security documents, and more particularly to security documents and articles formed from a flexible sheet-like substrate, such as banknotes or the like. The optically variable device may be formed in a window or half-window area
10 of the security document.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Preferred embodiments of the invention will now be described, by way of non-limiting example only, with reference to the accompanying figures, in which:

Figure 1 shows a cross section through a lens array of prior art design;

15 Figure 2 shows one embodiment of the lens array of the present invention;

Figure 3 shows an alternative embodiment of the lens array of the present invention;

Figures 4 to 6 depict the on- and off-axis focal point sizes of three lenslets according to different embodiments of the present invention;

20 Figure 7 shows the input and output dot shapes of two different printing processes;

Figure 8 shows the power density distributions of a prior art lenslet and a lenslet according to one embodiment of the present invention, respectively;

25 Figure 9 shows incident light rays being refracted through a lenslet according to one embodiment of the present invention;

Figure 10 depicts the geometry of a lenslet;

Figures 11(a) to 11(d) illustrate a schematic cross-sectional view through an article incorporating a lens array and image elements and the intermediate steps by which the article is formed;

30 Figures 12(a) to 12(c) show a schematic cross-sectional view through an article similar to that of Figure 11(d), made by a modified method;

Figures 13(a) to 13(d) illustrate a schematic cross-sectional view through an alternative article incorporating a lens array and image elements, and the intermediate steps by which the article is formed;

Figures 14 and 15 are block diagrams showing two different embodiments of a lens array manufacturing process for producing the articles of Figures 11 to 13;

Figure 16 is a set of interleaved printed image elements of an example lenticular device; and

Figure 17 illustrates the (simulated) relative illumination of points along the width of the image elements of the device of Figure 16, when viewed (a) on-axis and (b) off-axis at an angle which is at or near the edge of the lobe angle.

DETAILED DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENTS

Referring initially to Figure 1, there is shown a lens array 20 of prior art design, having a gauge thickness t , in which lenslets 22 having a width W and substantially spherical profile focus incident rays 28a and 28b onto the black dots 26a and the white dots 26b respectively. The dots have been printed on lower surface 24. The thickness t is substantially equal to the focal length of the lenslets, and so the focal point size 30 is at a minimum.

The focal point size 30 of the prior art lenslet is smaller than the resolution of the printing at the lower surface 24. For example, traditional lenticular offset lithographic methods print an average halftone dot size of approximately 25 microns. A properly designed lenticular lens of 254 microns in width will collimate light to a focal point size of approximately five microns on axis, which is substantially smaller than the size of the printed dots 26a, 26b.

Referring now to Figure 2, there is shown a lens array 120 according to one preferred embodiment of the present invention. Incident rays 128a, 128b are refracted towards dots 26a, 26b respectively. The lens array 120 has a thickness t' which is less than t , and the lenslets 122 have a width W . The lenslets 122 are designed in such a way that the focal point sizes 130a, 130b are substantially equal in extent to dots 26a, 26b. We have found that as long as the focal point size does not exceed the average width of a printed halftone dot by more than 20%, the quality of the image is not compromised. We have also found that simply producing an arbitrary non-focussing design severely degrades the image

quality, resulting in an objectionably blurred image. The focal point size may also be slightly smaller than the average width, preferably no more than 20% smaller.

Figure 3 depicts an alternative lens array design, in which lens array 220 is at the same thickness t as prior art lens array 20, but the width W of the lenslets 222 has been increased. At the same time, other lens parameters have been varied so that incident rays 228a, 228b are refracted and arrive at the object plane 224 to intersect with dots 26a, 26b so that the focal point sizes 230a, 230b are again substantially equal in extent to the dots 26a, 26b. For example, the lens radius of curvature can be made larger, as shown in Figure 3, possibly simultaneously varying other lens parameters such as refractive index, conic parameter or Abbe number in order to achieve the optimum image quality.

Figure 4 illustrates a cross sectional side view of a ray trace of a wide angle lenslet 105 designed according to one embodiment of the present invention. Rays 102 refracted at surface 101 reach the object plane 104 and result in focal point sizes 103A, 103B. In this embodiment, the focal point sizes of on-axis points 103A and off-axis points 103B have been weighted equally across the entire viewing angle of the lenslet, this angle also being known as the lobe angle.

Figure 5 shows a cross sectional side view of a ray trace of an alternative wide angle lenslet 101 where the focal point width is substantially equal to the average width of printed halftone dots 109A, across the lobe angle. In Figure 6 there is shown a cross sectional side view of a ray trace of a further wide angle lenslet where the printed halftone dots 109A are larger still, allowing for a further reduction in material thickness, or a coarser lens frequency, or both.

In Figure 7 the top row of dots 110 represents digital pixels of a known width 109B on a print calibration form that are output to a printing plate. Row 111 illustrates the printed result of printing row 110, where noticeable dot gain results in an average dot width 109C. Row 112 illustrates the printed result of printing row 110 using another print method, where the dot gain is even greater than row 111, resulting in average dot width 109D. In this illustration, a different lens design may apply for the printed dots in row 111 than the printed dots in row 112, where the optimised lens design for row 111 may resemble Figure 5, and the optimized lens design of row 112 may more closely resemble Figure 6.

Referring now to Figure 8, there is shown a projection view of a printed halftone dot 109C imaged by a lenslet according to one embodiment of the present invention. Figure 8(a) shows contours 250 of the power density distribution 255 which would result if the object plane was located at the focal plane 252 of the array to produce spot 256 (Figure 9). Instead, the spot 266 in object plane 262 is larger than the dot 109C, but has a power density distribution 260, 265 such that the majority of the incident radiation is still reaching dot 109C in order to preserve the sampling effect.

In order to print a continuous tone image to paper or synthetic materials such as plastics, it is necessary to convert it to a halftone image. A number of methods for doing so are known in the art. Such methods represent continuous tone through the use of binary dots of either varying sizes, so called amplitude modulation (AM) methods, or dots of the same size with varying frequency, so called frequency modulation (FM) methods. Various combinations of the two methods, called hybrids, are also used. For the present purposes, any of these methods may be employed. However, the FM method, in its variety of forms including but not limited to dithering, error diffusion, or random or stochastic screening, is the preferred method because the dots remain generally constant in size.

Measurement of the characteristics of the printed halftone dots can be accomplished using a variety of known methods. For example, the average dot size can be determined by printing a press calibration template consisting of swatches of dots of a given size and having various densities, where each swatch typically represents a density value from one percent to ninety nine percent. The template is subsequently imaged to film or plate, and printed onto the smooth side of an optical effect substrate. The printed result is then scanned using a densitometer, or similar tool, to determine the printed dot size.

Alternatively, the average dot size can be measured directly, for example using a microscope fitted with a reticle displaying increments of measurement. In the direct method, a sample of dots can be measured in each tonal value range, recorded, and their sizes averaged.

We have found that measurement of dots at a tonal value of about 20% provides the best results.

In some instances it may not be possible or feasible to obtain the above measurements, because of varying press conditions or the like. If this is the case then an average expected dot size can be estimated, from previous experience or otherwise.

5 With reference to Figure 10, we now describe one method of optimising the design of a lenslet for use in the present invention. For the purposes of this non-limiting example, we take lenslet 300 to be an aspheric lens which is rotationally symmetric. This method relies on relatively simple theoretical calculations using geometrical optics, and ignoring edge effects at the periphery of the lens. The skilled person will appreciate that many other methods are possible, including the use of more sophisticated physical models, ray tracing simulations and so on.

10 In Figure 10(a), an image element in the form of a printed dot 305 of full width H and half-width h is located in an object plane an unknown distance t (the gauge thickness) from the origin of the (x,y) coordinate system, which corresponds with the vertex 310 of the lens 300. Lens 300 has a sag height s and a half-width w , and refractive index n (not shown in Figure). An optimal lens design will result in incident ray 320 which is incident parallel to the x axis, arriving at the edge 315 of lens 300 and refracted at an angle β intersecting the top of the dot 305. We thus wish to find an expression for t in terms of the lens parameters and the half-width h which is a scale parameter representative of the size of the dot 305.

The equation of the lens profile function $y(x)$ is given by

$$P \cdot x^2 - 2 \cdot R \cdot x + y(x)^2 = 0,$$

25 where R is the lens radius at the edge 305 of the lens, and P is the conic constant and is equal to $1-e^2$, where e is the eccentricity. In principle, a more general lens profile function $y(x)$ including higher powers of x could be chosen. However, it is generally more convenient for lens design purposes to use the quadratic form of $y(x)$ as above.

30 The normal 330 to the surface of the lens at edge 305 ($x=s$, $y=w$) has a slope

$$m(x) = \frac{-1}{y'(x)}$$

17

where $y'(x)$ is the first derivative of $y(x)$. This slope is equal to $\tan(\alpha)$ where α is the angle between incident ray 320 and the normal 330, and so

$$\tan(\alpha) = m(x)$$

so that

$$\alpha(x) = \text{ArcTan}\left(\frac{\sqrt{2 * R * x - P * x^2}}{P * x - R}\right)$$

By Snell's law,

$$n_1 * \sin(\alpha) = n * \sin(\theta)$$

where θ is the angle between refracted ray 320' and the normal 330, and n_1 is the refractive index of air (taken to be 1 as an approximation hereafter). Hence

$$\theta = \text{ArcSin}\left(\frac{\sin(\alpha)}{n}\right)$$

The slope A of the line joining (s, w) and (t, h) is

$$A = -\tan(\beta)$$

and substituting for $\beta = \alpha - \theta$,

$$A = -\tan\left[\alpha(s) - \text{ArcSin}\left(\frac{\sin(\alpha(s))}{n}\right)\right] \quad (1)$$

It is relatively straightforward to show that t can be written as

$$t = s + \frac{h - w}{A} \quad (2)$$

with A as in Eq (1) above and

$$\alpha(s) = \text{ArcTan}\left(\frac{w}{\sqrt{R^2 - P * w^2}}\right) \quad (3)$$

The thickness t can be optimised with respect to one or more of the lens parameters R , n , P , w and s in the usual way, ie by taking the partial derivatives of the expression in Eq (2) with respect to one or more of those parameters and setting the partial derivatives equal to zero. The resulting system of equations can be solved analytically or numerically in order to find the set of lens parameters which gives the optimal lens thickness.

The optimisation may be a constrained optimisation. For example, there may be practical manufacturing limitations on the range of t and it thus may be desirable to limit t to that range of values. Constrained optimisation methods are known in the art.

- 5 The above formulae have been derived for incident rays parallel to the x axis. The derivation can be generalised for off-axis rays 340, 350 and off-axis dots (Figure 10(b)) whereby one obtains

$$D = \|(M - m) * (t - s) + 2 * w\|,$$

- 10 where D is the off-axis dot size, M is the slope of the refracted ray 340' at one edge 345 of the lenslet, and m is the slope of the refracted ray 350' at the opposite edge 355 of the lenslet, with t being the desired gauge thickness, s the sag height and w the lens half-width as before.

When the angle of deviation, δ , of the incident rays is zero, $M = -m = A$, and the equation reduces to

- 15
$$D = 2M * (t - s) + 2w.$$

In this case, D becomes equal to $2h$, the full dot size, and

$$t = s + \frac{h - w}{A},$$

which corresponds to the expression for on-axis rays derived earlier.

- 20 Alternatively to the above, it is possible to optimise the lens half-width w as a function of some or all of R , n , P and s , while t may be held fixed. This can be done by rewriting Eq (2) in terms of w as follows:

$$w = h - A * (t - s).$$

If t is held fixed, a constrained optimisation may be performed to find the optimal lens half-width w .

- 25 As a further alternative, other lens parameters R , n , P or s may be optimised in a similar manner to the above.

The above model does not explicitly include a treatment of chromatic aberration. The skilled person will appreciate that the conic constant P and/or the Abbe number of the lens may be chosen to minimise chromatic aberration.

- 30 In Figure 11(d) there is shown an article 400 formed from a substrate 410 of transparent or translucent material having a lens array 420 formed on a front

surface 411 on one side of the substrate 410 and image elements 426a, 426b formed on a rear surface 412 on the opposite side of the substrate 410. In a preferred method of manufacturing the article 400, the image elements 426a, 426b are first applied to the rear surface 412 of the substrate 410 on said opposite side (Figure 11(a)). The image elements 426a, 426b are preferably applied by printing on said rear surface 412, though they may be formed in or on said rear surface by other methods, including laser marking.

Figure 11(b) shows a transparent or translucent embossable layer 415 applied to the front surface 411 of the transparent or translucent substrate 401. Preferably the embossable layer is a radiation curable liquid, resin or ink, which may be applied by a printing process. The layer 415 is then embossed with an embossing shim 416 (Figure 11(c)) to form a plurality of lenslets 422 of the lens array 420 in the layer 415 in register with the image elements 426a, 426b on the rear surface 412 of the substrate 410. The embossed layer 415 may be cured by radiation, eg by UV, X-rays, electron beams or heat (IR), either simultaneously during the embossing process or subsequently, to fix the embossed structure of the lenslets 422 in the lens array 420.

Referring to Figure 12 there is shown an alternative method for producing an article 500 similar to that of Figure 11(d) in that it is formed from a substrate 510 of transparent or translucent material having a lens array 520 formed in an embossable layer 515 applied to a front surface 511 of the substrate and image elements 526a, 526b formed in or on the rear surface 512 of the substrate.

In the method shown in Figure 12, the embossable layer 515 is first applied to the front surface 511 on one side of the substrate 510 (Figure 12(a)) and then embossed by embossing shim 516 (Figure 12(b)) before the image elements 526a, 526b are applied to the rear surface 512 on the opposite side of the substrate 510. Again, the embossable layer 515 may be formed from a radiation curable liquid, resin or ink which is preferably applied by a printing process, and is preferably cured by radiation either substantially simultaneously during the embossing process or thereafter. The image elements 526a, 526b may be formed by printing or laser marking on the rear surface 512 of the substrate 510 to form the resulting article 500 of Figure 12(c).

In the resulting articles 400, 500 of Figure 11(d) and Figure 12(c), it will be appreciated that the lens arrays 420, 520 have a gauge thickness $t = p + q$, where p is the thickness of the transparent or translucent substrate 410, 510 and q is the thickness of the transparent or translucent layer 415, 515 measured from the front surface 411, 511 of the substrate 410, 510 to the apex of each lenslet 422, 522 after embossing.

In many cases, the thicknesses p and q of the substrate 410 and layer 415 will be predetermined, the average dot size $H = 2h$ will be determined by the printing method or other process used to form the image elements, and one or more lens parameters, eg lens width $W = 2w$, radius of curvature R , sag s , refractive index n or conic constant P may be optimised in relation to $t (= p + q)$ to create an embossing shim for forming the lens array 420, 520 in accordance with the process of Figure 14 described later.

Referring to Figures 13(a) to 13(d) there is shown a method for producing an article 600 which has a lens array 620 formed in a transparent or translucent layer 615 applied over image elements 626a, 626b on a front surface 611 of one side of a substrate 610. The substrate 610 in Figure 13 may be transparent, translucent or opaque since the lens array 620 and the image elements 626a, 626b are formed on the same side of the substrate 610. In the method shown in Figure 13, the image elements 626a, 626b are first applied to the front surface 611 on the substrate, preferably by printing (Figure 13(a)), before the transparent or translucent layer 615 is applied (Figure 13(b)) and embossed by embossing shim 616. Once again, the embossable layer 615 may be formed from a radiation curable liquid, resin or ink, which is preferably applied by a printing process, and is cured by radiation either simultaneously or subsequently to fix the lens structure of the lenslets 622 of the lens array 620.

The resulting article 600 of Figure 13(d) differs from that of Figures 11(d) and 12(c) in that the thickness p of the substrate 610 has no effect on the gauge thickness t of the lens array 620 which is substantially equal to the thickness q of the transparent or translucent layer 615 (allowing for the thickness of the image elements 626a, 626b). As the gauge thickness t of the lens array 620 of article 600 is likely to be less than the gauge thickness t of the lens arrays 420, 520 of articles 400, 500 of Figures 11(a) and 12(a), the method of the present invention

may be used to compensate for the reduced gauge thickness by reducing the lens width W , or radius of curvature R , or adjusting other parameters of the lenslets 622 of the lens array 620, by appropriate variation of the shape of the embossing shim 616.

- 5 Referring now to Figure 14, there is shown a flow chart for a process for creating an embossing shim for use with certain embodiments of the present invention. Firstly, a calibration template is printed (step 700), and the dot size measured (step 710) as described above. Then an initial set of lens parameters is chosen (step 720) and the parameters varied in a multivariate optimisation
10 process (steps 730, 740). Once a solution is found, an embossing shim can be created (step 750) for use in the fabrication process.

- In Figures 15(a) and 15(b), flow charts of two alternative methods for forming an optical effect article are shown. In both cases a substrate is provided (step 800). The process shown in Figure 15(a) is suitable for forming the articles
15 400 and 600 of Figures 11 and 13. In the embodiment of Figure 15(a), two or more interleaved images are applied to a front or rear surface of the substrate (step 810), preferably by printing. A radiation curable ink may then be applied to the front surface of the substrate (step 820), for example by a printing process, and the ink is then embossed with an embossing shim obtained from step 750 of
20 Figure 14. The ink is then cured to form the lenslets of the optical effect article in the embossed surface. The curing step may occur substantially simultaneously with the embossing step (step 830). In Figure 15(b), the radiation curable ink is instead applied to one side of the substrate first (step 840). The ink is then embossed with an embossing shim obtained from step 750 of Figure 14 and
25 cured to form the lenslets (step 850). The image elements are then applied to the side of the substrate opposite the lenslets, in register with the lenslets, in order to form the optical effect article.

EXAMPLE

- Referring to Figure 16, there is shown an example of a printed interleaved
30 image 900 which is used to produce a binary "flipping image" effect when paired with a suitable lens array. In the example shown, the image elements are black image elements in the form of stripes 901 interleaved with white image elements in the form of stripes 902. In this case, the black stripes are formed from black ink

which is printed on a clear layer or a layer of white ink, so that the white stripes are formed by clear areas devoid of ink, or white ink to which black ink has not been applied. When viewed through a lenticular lens array having lenticules 930, a device having a combination of lenticular array and image elements 901, 902 produces a switch from the image 910 shown at upper left in Figure 16 to image 920, in which black and white areas are reversed, as the device is tilted with respect to the viewer about an axis parallel to the direction of the stripes.

The black and white stripes 901, 902 were applied to a substrate by gravure printing. Upon measurement using the reticle of a microscope, the black stripes were found to have an average width of 32 microns, while the white stripes had an average width of 31.5 microns. The average value of 32 microns for the black stripes was taken to be the scale parameter representative of the size of the image elements. The width W of the lenticules 930 (shown overlaid in outline on the printed image elements 901, 902) was fixed at 63.5 microns, and the gauge thickness t optimised using the expression in Equation (2). This resulted in an optimum gauge thickness t of 90 microns at a sag height s of 10 microns and a radius of curvature R of 55.4 microns, compared to a gauge thickness of approximately 162 microns if the image elements were located at the nominal focal length of the lenticules.

In order to check that the focal point sizes of lenticules having the above design were sufficiently close to the image element size to produce the desired flipping image effect, the above parameters were input to a ray tracing simulation in optical system design software produced by Zemax Development Corporation and sold under the trade mark ZEMAX. The relative illumination plots shown in Figures 17(a) and 17(b) can be used to determine the focal point size, this being the distance between the pairs of points (960a, 960b) and (961a, 961b) respectively where the relative illumination drops to zero. It can be seen that the on-axis focal spot size 951 is approximately 30 microns while the off-axis focal spot size 952 at the edge of the lobe angle is approximately 23 microns. An "average" image element viewed on axis will thus be within 6%-7% of the focal spot size.

It will be appreciated that various modifications may be made to the embodiments of the invention described above without departing from the spirit or

scope of the invention. For example, it is possible that lenslet structures of a lens array could be directly embossed into a surface of a transparent or translucent substrate, instead of into a transparent or translucent embossable layer applied to a substrate. Also, whilst printing is the preferred process for forming image elements, the image elements may be formed by laser marking. In this case, it is possible for a laser to be directed through a transparent or translucent substrate or layer from a laser source on one side of the substrate or layer to mark a laser sensitive surface on the opposite side of the substrate or layer to form the image elements after the lens array has been formed.

CLAIMS:

1. A lens array for imaging a plurality of image elements in an object plane, the lens array including a plurality of lenslets formed in or on one side of a transparent or translucent material with the image elements disposed on the
5 opposite side, the lens array having a gauge thickness corresponding to the distance from the apex of each lenslet to the object plane, wherein each lenslet has a set of lens parameters, with the gauge thickness and/or at least one lens parameter optimised such that each lenslet has a focal point size in the object plane which is substantially equal to the size of the image elements in the object
10 plane, or which varies from the size of the image elements by a predetermined amount.
2. A method of manufacturing a lens array for imaging a plurality of image elements in an object plane, the lens array including a plurality of lenslets, the lens array having a gauge thickness corresponding to the distance from the apex
15 of each lenslet to the object plane, the method including the steps of:
determining a scale parameter which is representative of the size of the image elements in at least part of the object plane,
using the scale parameter to optimize the gauge thickness and/or at least one parameter of a set of lens parameters for each lenslet,
20 and forming the lens array with said gauge thickness and said lens parameters in or on one side of a transparent or translucent material with the image elements being disposed on the opposite side of the transparent or translucent material,
whereby, the lenslets have a focal point size in the object plane which is
25 substantially equal to the size of the image elements, or which varies from the size of the image elements by a predetermined amount.
3. A lens array or method according to claim 1 or claim 2, wherein the set of lens parameters for the lenslets include two or more of the following: lens width, refractive index, sag height, radius of curvature, conic parameter and Abbe
30 number.

4. A lens array or method according to any one of claims 1 to 3 wherein the gauge thickness of the lens array is optimised with respect to the size of the image elements and the set of lens parameters.
5. A lens array or method according to any one of claims 1 to 3 wherein the lens parameters are optimised with respect to the size of the image elements and the gauge thickness.
6. A lens array or method according to claim 4 or claim 5, wherein the gauge thickness of the lens array is less than the focal length of all of the lenslets.
7. A lens array or method according to any one of the preceding claims, wherein the predetermined amount by which the focal point size varies is less than an estimated variability in the size of the image elements.
8. A lens array or method according to claim 7, wherein the estimated variability is the standard deviation, median absolute deviation or interquartile range of the size of the image elements.
9. A lens array or method according to any one of the preceding claims, wherein the predetermined amount by which the focal point size varies from the size of the image elements is not more than 20% of the size of the image elements.
10. A lens array or method according to any one of the preceding claims, wherein the image elements take the form of dots or lines.
11. A lens array or method according to any one of the preceding claims, wherein the image elements are applied to a surface on the opposite side of the transparent or translucent material by printing.
12. A lens array or method according to any one of the preceding claims, wherein the image elements are applied to a surface on the opposite side of the transparent or translucent material by laser marking.

13. A lens array or method according to any one of the preceding claims, wherein the lens array includes a substrate of transparent or translucent polymeric material having a first or front surface on or in which the lenslets are formed, and a second or rear surface to which the image elements are applied.
- 5 14. A lens array or method according to claim 13 as appended to claim 11, wherein a plurality of printed dots are printed on the second or rear surface of the substrate in the object plane.
- 10 15. A lens array or method according to claim 11, wherein a plurality of printed dots are printed on a substrate, and the substrate is attached to a transparent or translucent material of the lens array.
16. A lens array or method according to any one of the preceding claims, wherein the lenslets are formed by an embossing process in a transparent or translucent radiation-curable material.
- 15 17. A lens array or method according to claim 16, wherein the radiation-curable material is applied to a substrate formed from a transparent or translucent material, and the combined thickness of the substrate and radiation-curable material corresponds to the gauge thickness of the lens array.
18. A lens array or method according to claim 17, wherein the substrate and the lenslets have substantially the same refractive index.
- 20 19. A lens array or method according to any one of the preceding claims, wherein the set of lens parameters is the same for each of the lenslets.
20. A lens array or method according to any one of the preceding claims, wherein the lenslets in one area or areas of the lens array have different lens parameters from the lenslets in another area or other areas of the lens array.
- 25 21. A lens array or method according to any one of the preceding claims, wherein the focal point size, when averaged over two or more directions within

the lobe angle of the lenslet, is substantially equal to the size of the image elements, or varies from the size of the image elements by a predetermined amount.

22. A lens array or method according to any one of the preceding claims,
5 wherein each lenslet has a cross-section which is a conic section.

23. A lens array or method according to any one of the preceding claims,
wherein each lenslet is rotationally symmetric in the plane of the lens array.

24. A lens array or method according to any one of the preceding claims,
wherein each lenslet is an elongate lenticule having substantially uniform cross
10 section along its length.

25. A method of designing a lens array for imaging a plurality of image
elements in an object plane the lens array including a plurality of lenslets and
having a gauge thickness corresponding to the distance from the apex of each
lenslet to the object plane, the method including the steps of:

15 estimating a scale parameter which is representative of the size of the
image elements in the object plane,

selecting a set of lens parameters for each lenslet, and

designing the lens array using the scale parameter to optimize the gauge
thickness and/or at least one lens parameter of the set of lens parameters for
20 each lenslet, wherein each lenslet has a focal point size in the object plane which
is substantially equal to the size of the image elements, or which varies from the
size of the image elements by a predetermined amount.

26. A method according to claim 25, wherein the set of lens parameters
includes refractive index, sag height, lens width, radius of curvature, conic
25 parameter and Abbe number.

27. A method according to claim 25 or claim 26, further including the step of
measuring the sizes of the image elements in at least part of the object plane,

wherein the scale parameter is estimated from the measured sizes of the image elements.

28. A method according to claim 27, wherein the measurement is performed using a densitometer.

5 29. A method according to claim 27, wherein the measurement is performed by directly measuring the sizes of the image elements.

30. A method according to any one of claims 27 to 29, wherein the image elements are part of a calibration template.

10 31. A method according to any one of claims 27 to 29, wherein the scale parameter is estimated by computing the mean or maximum of the sizes of the image elements.

32. A method according to any one of claims 27 to 30, wherein the scale parameter is estimated using a robust estimator.

15 33. A method according to claim 32, wherein the robust estimator is an M-estimator.

34. A method according to claim 32, wherein the robust estimator is one of the median, upper quartile or interquartile mean of the sizes of the image elements.

35. A method of manufacturing an optically variable device, including the steps of:

- 20 providing a substrate;
applying image elements to the substrate, said image elements being located in an object plane;
determining a scale parameter which is representative of the size of the image elements; and
25 forming a plurality of lenslets in a transparent or translucent material on the substrate;

wherein each lenslet has a set of lens parameters determined so that the lenslets have a focal point size in the object plane which is substantially equal to the size of the image elements, or which varies from the size of the image elements by a predetermined amount.

- 5 36. A method according to claim 34, wherein the scale parameter is determined by measuring the sizes of the image elements.

37. An optically variable device, including a substrate and a plurality of lenslets formed in or on the substrate, and a plurality of image elements located in an object plane in or on the substrate, wherein each lenslet has a set of lens
10 parameters determined so that the lenslets have a focal point size in the object plane which is substantially equal to the size of the image elements, or which varies from the size of the image elements by a predetermined amount.

38. A method or device according to any one of claims 35 to 37, wherein the lenslets are part of a lens array having a gauge thickness which is less than the
15 focal length of each of the lenslets.

39. An optically variable device, including a lens array according to any one of claims 1 to 24.

40. A security document including an optically variable device according to any one of claims 37 to 39.

- 20 41. A security document according to claim 40, wherein the optically variable device is formed in a window or half-window area of the security document.

Figure 1 (prior art)

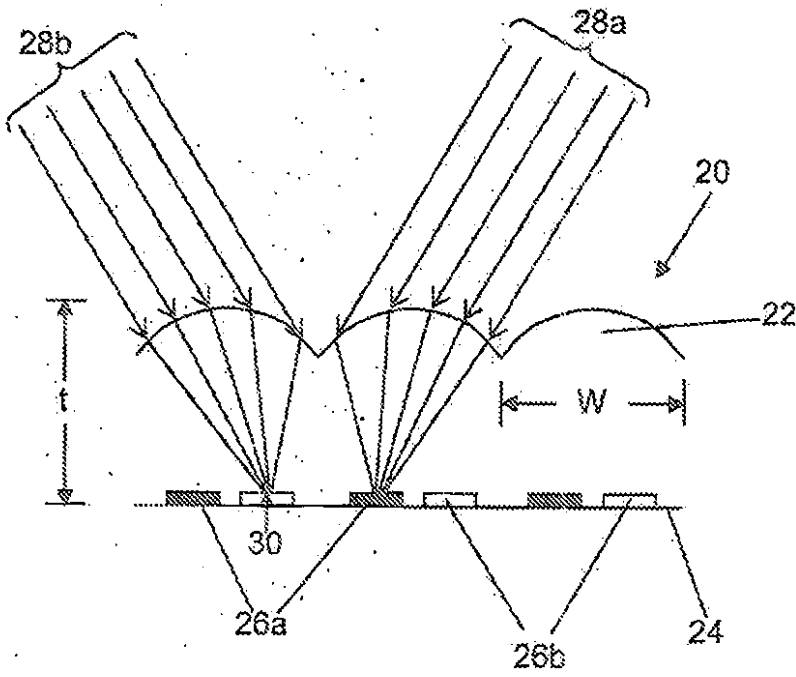


Figure 2

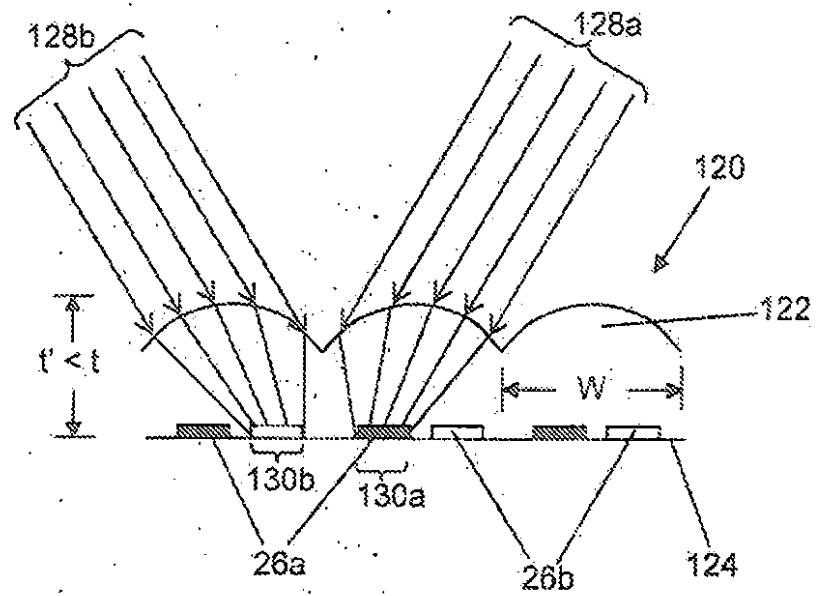


Figure 3

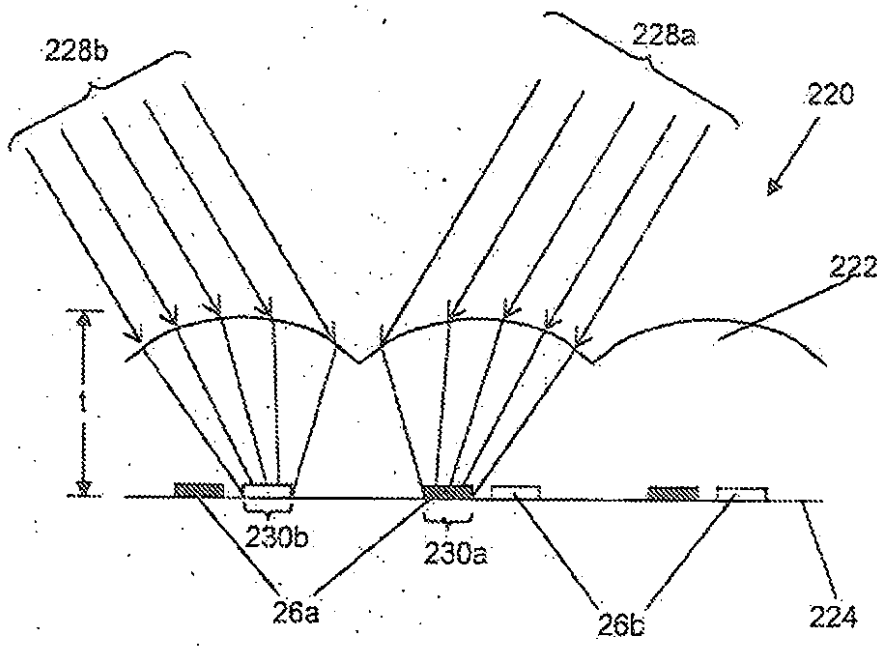


Figure 4

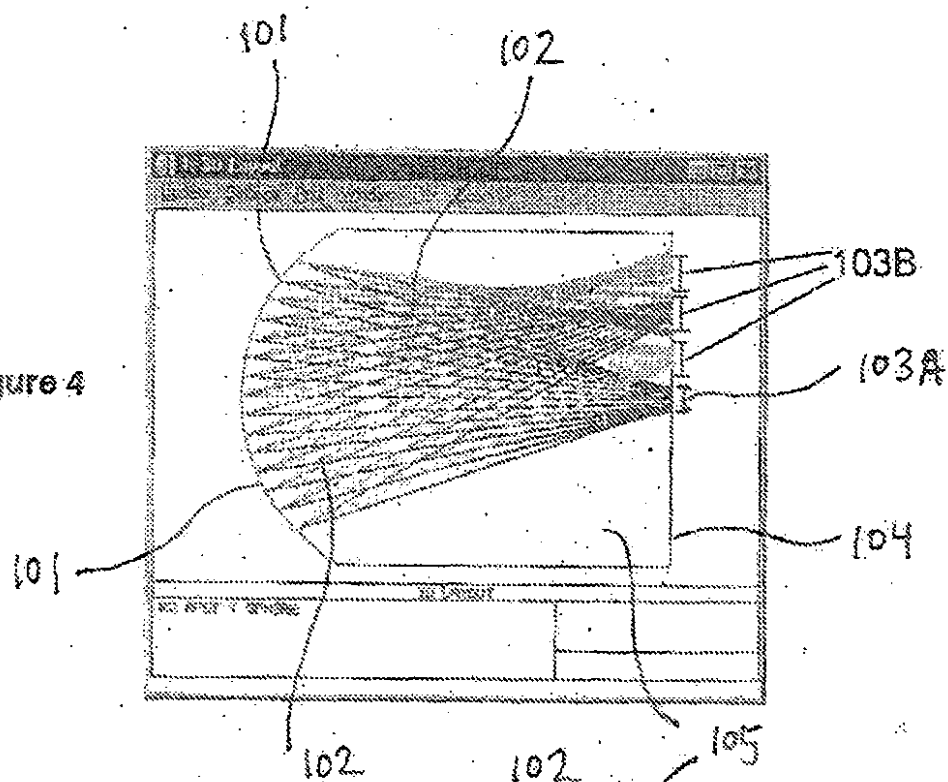
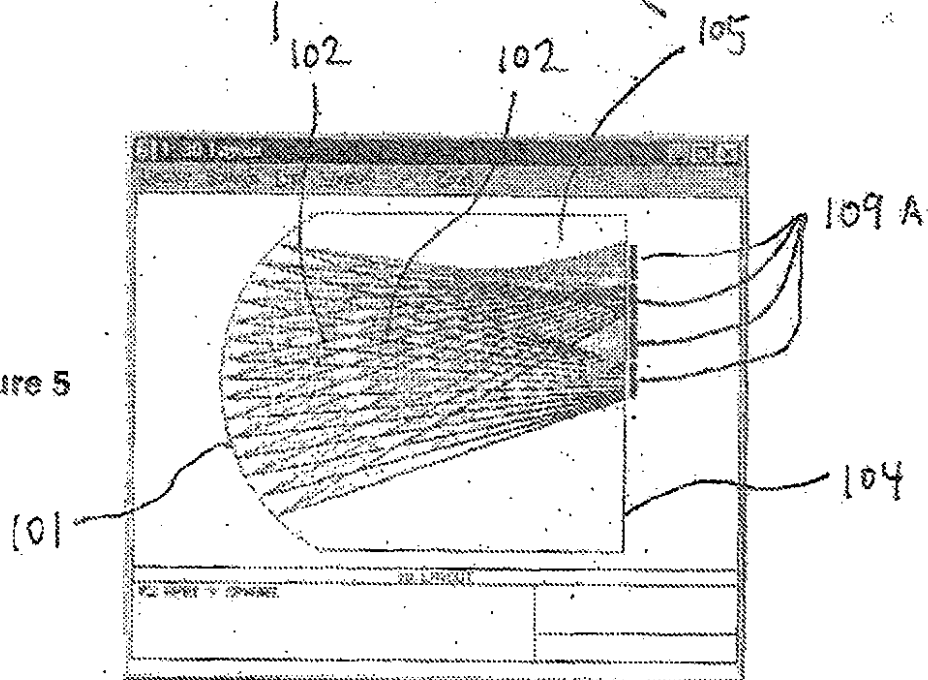


Figure 5



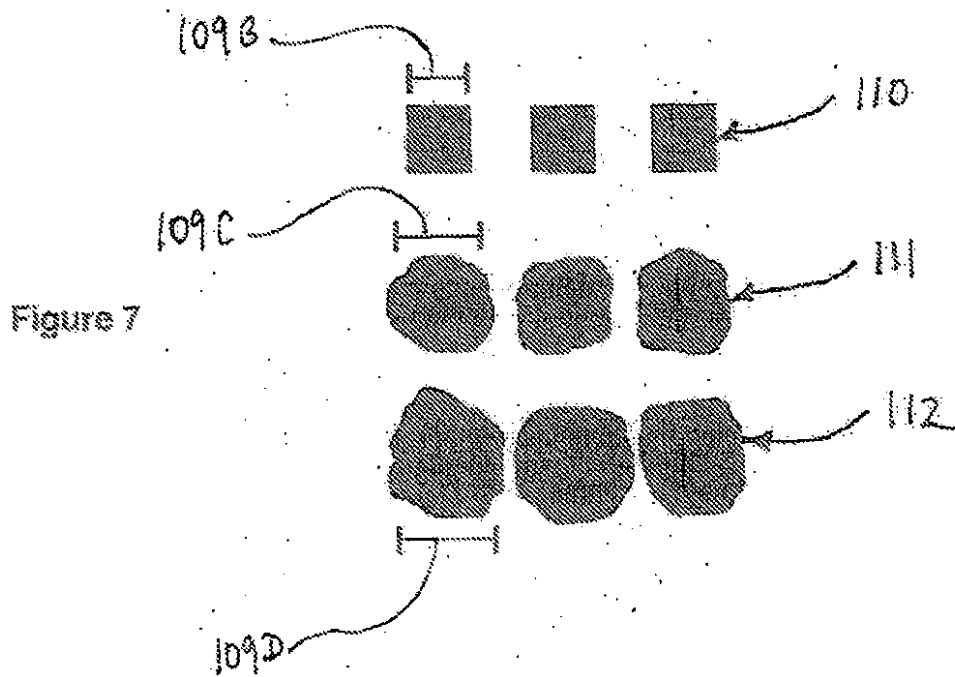
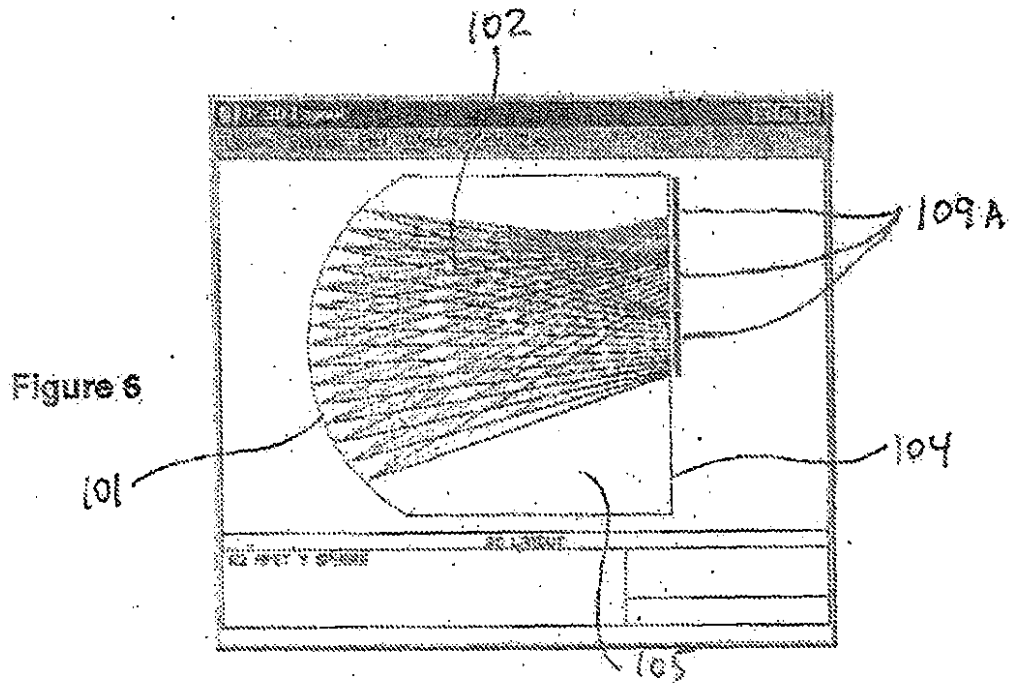


Figure 8

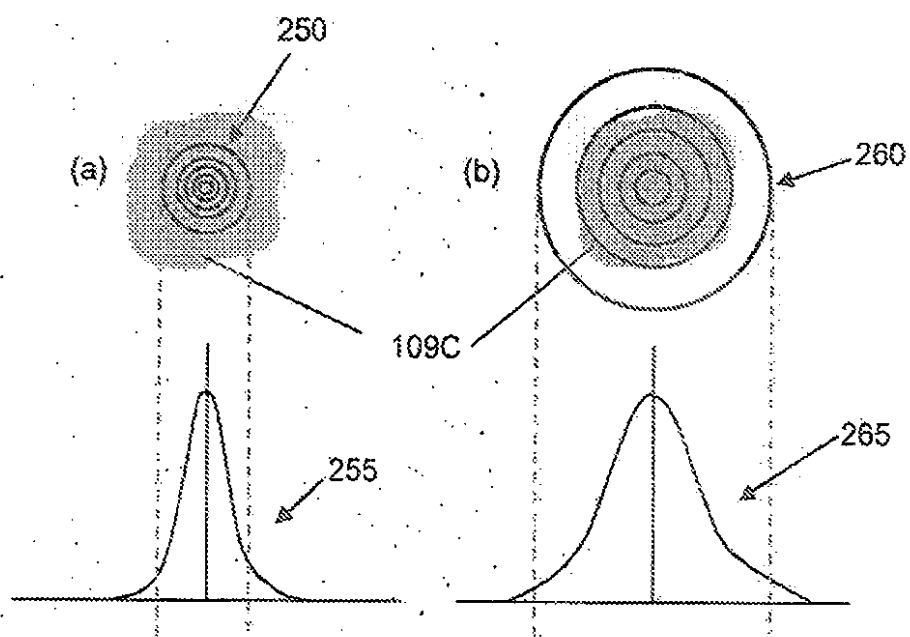


Figure 9

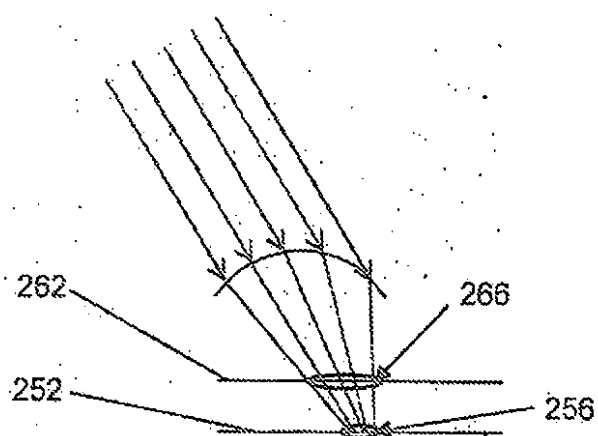


Figure 10(a)

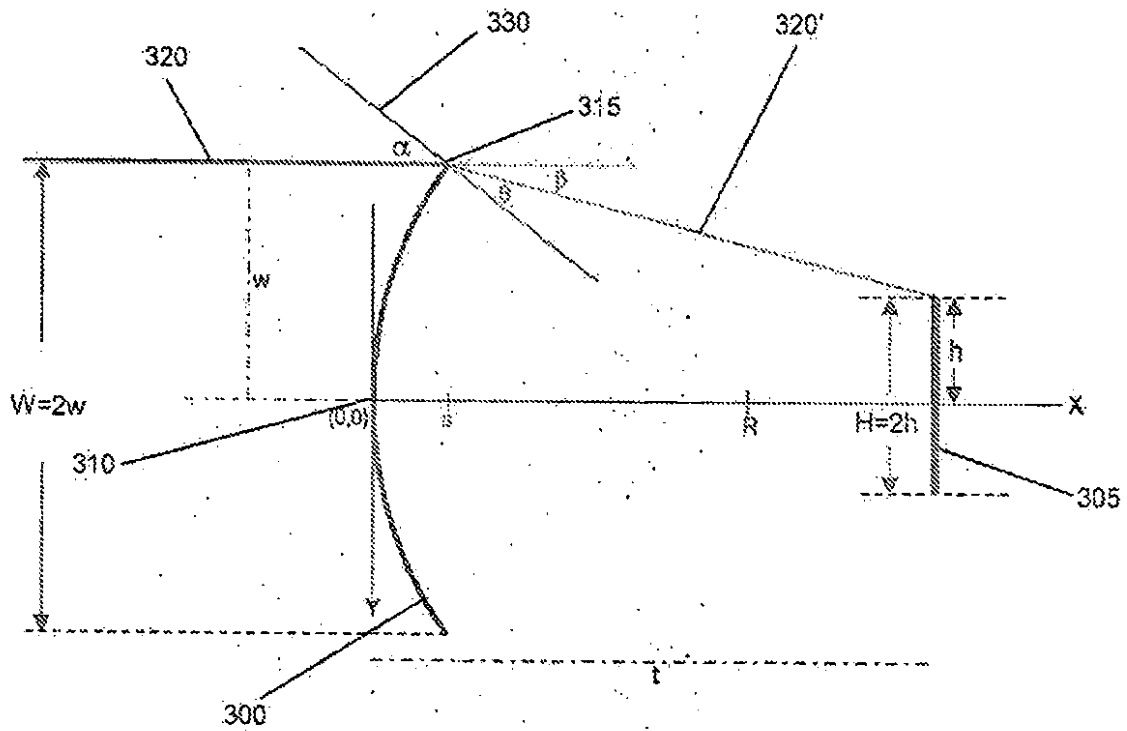


Figure 10(b)

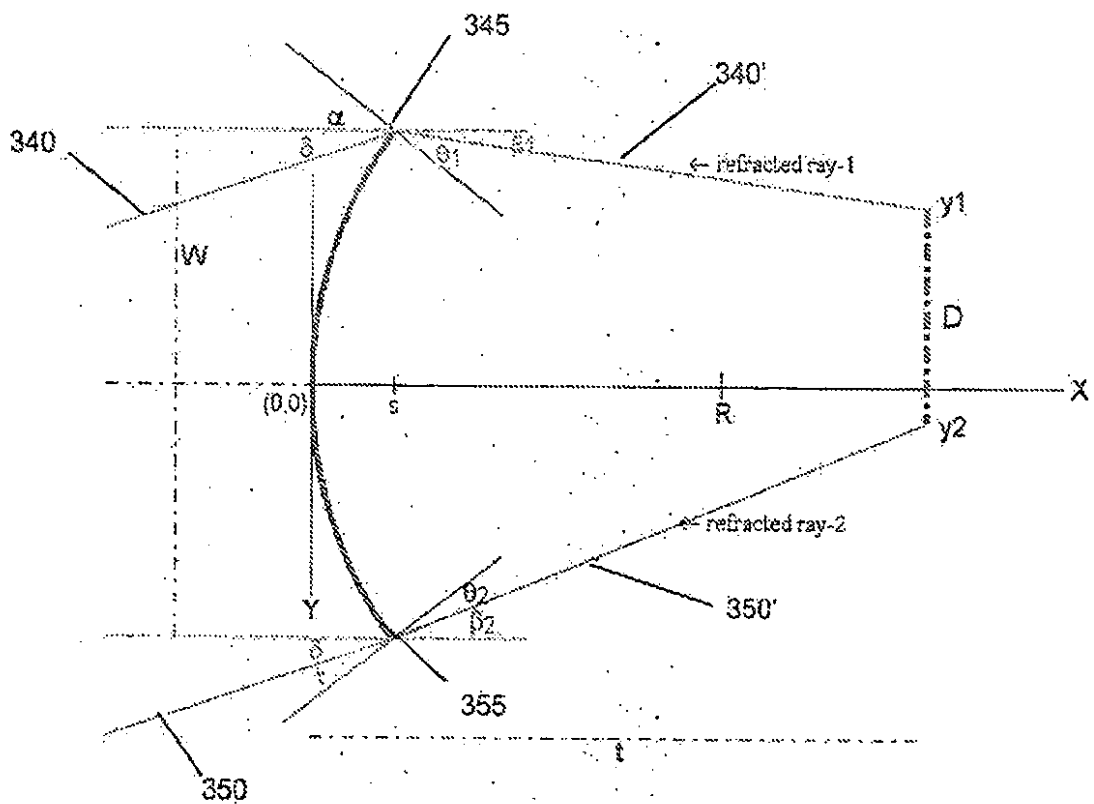


Figure 11

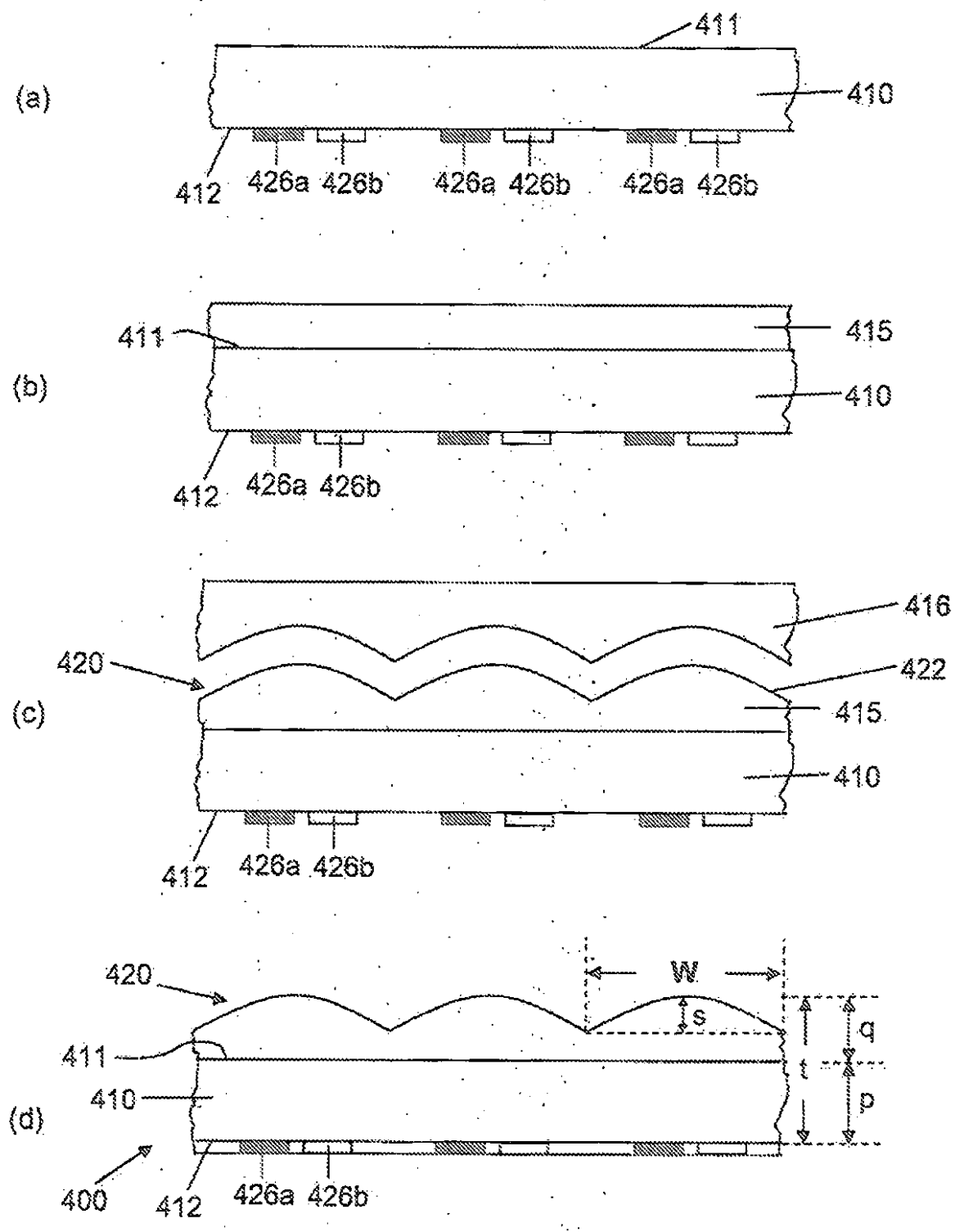


Figure 12

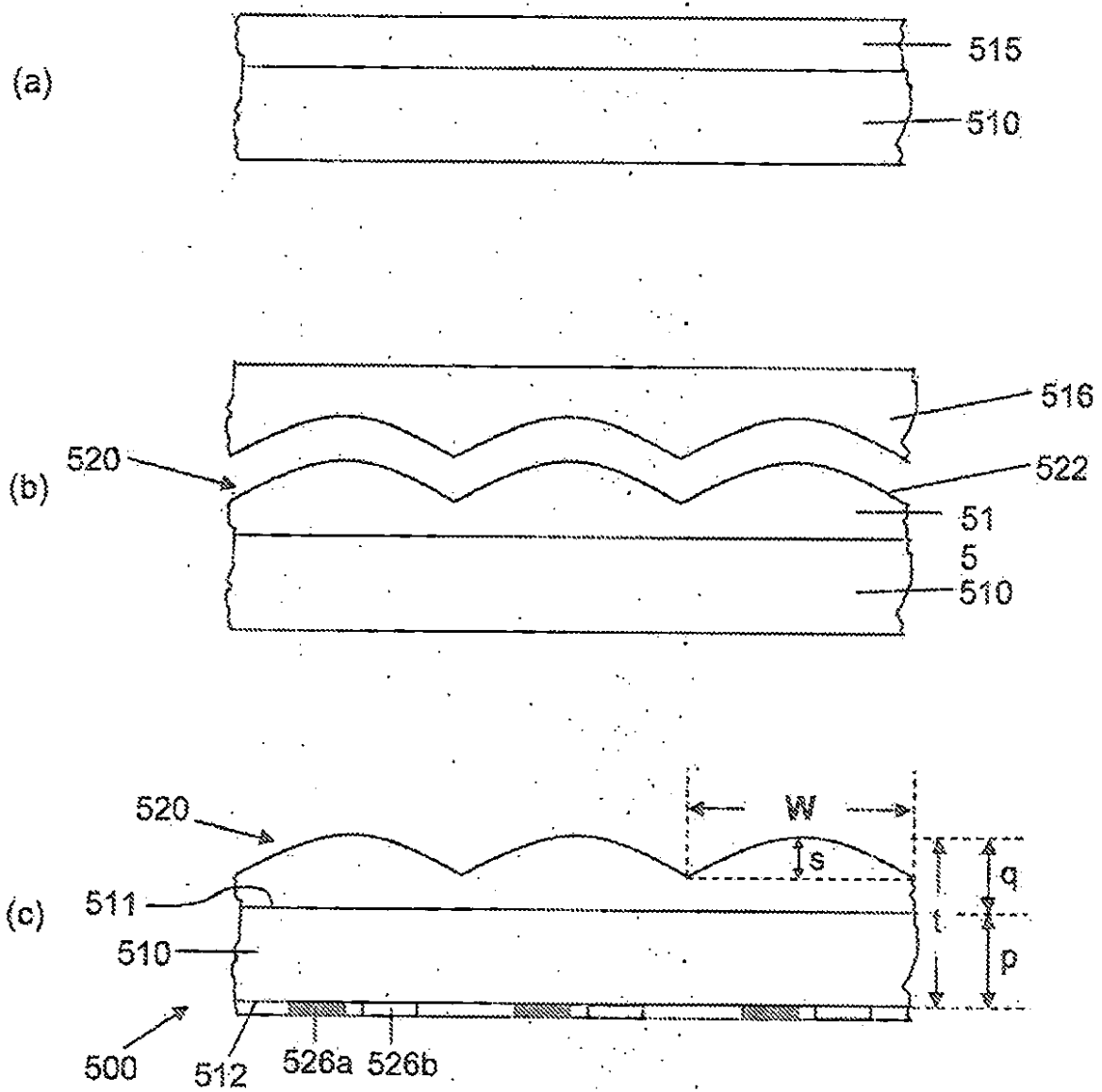


Figure 13

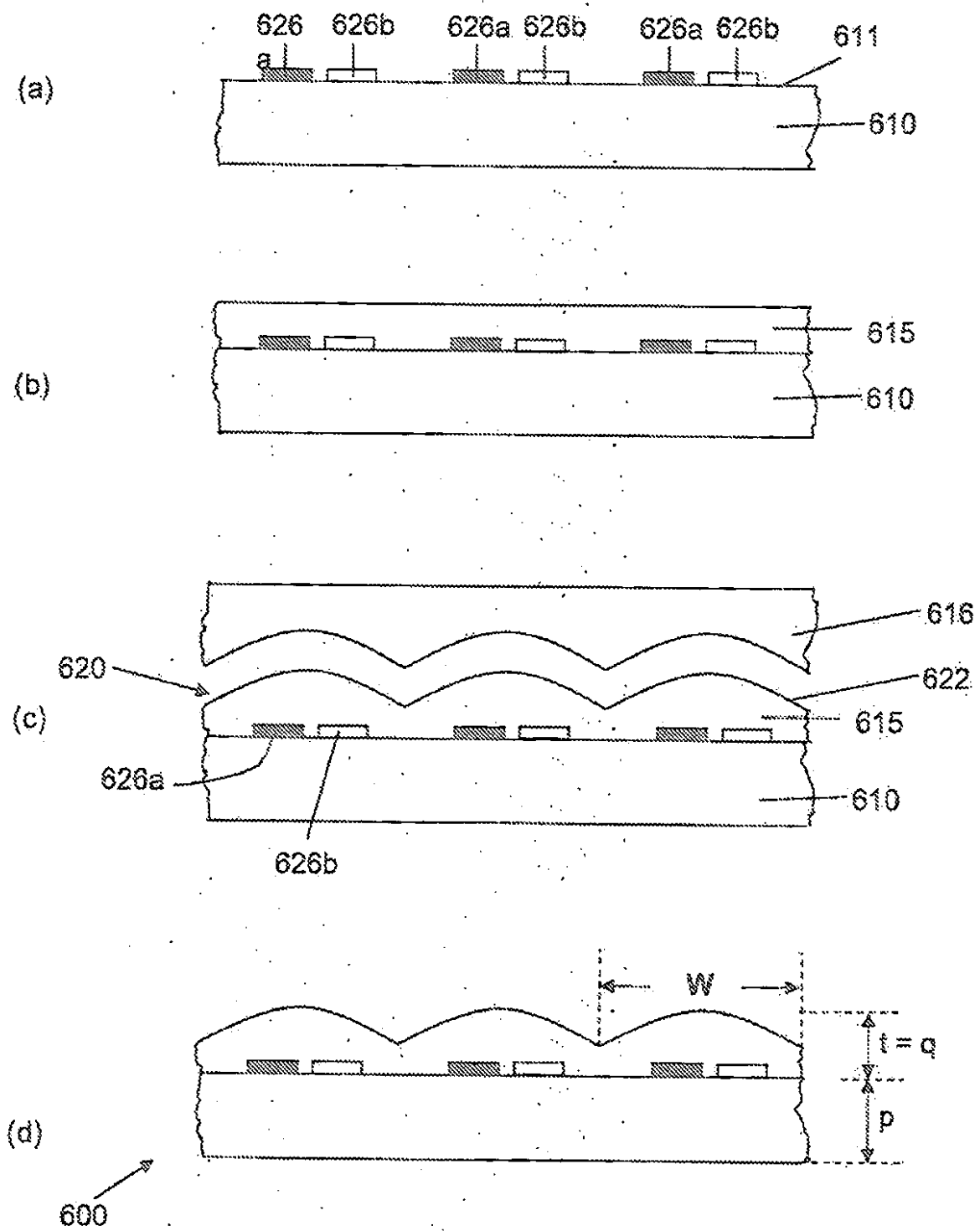


Figure 14

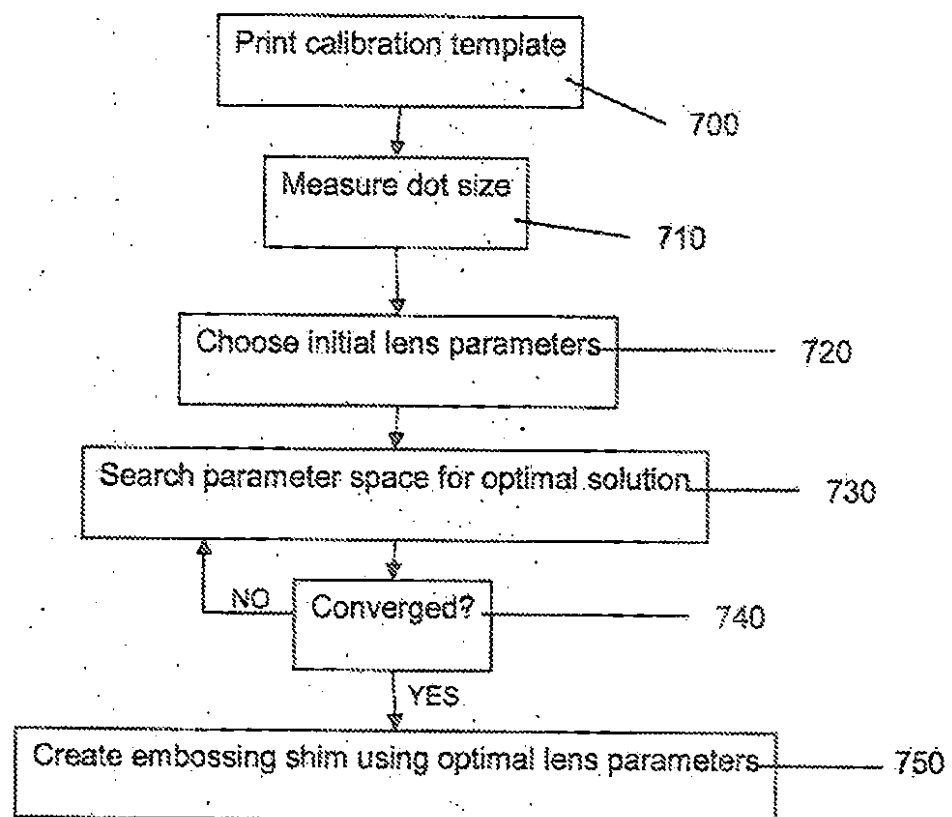


Figure 15

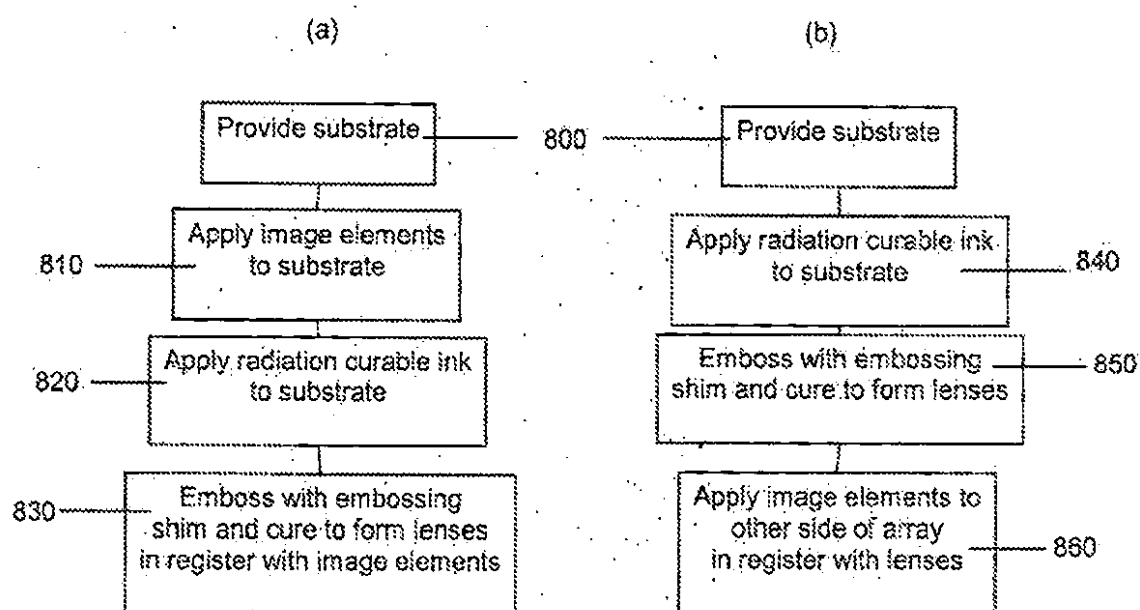


Figure 16

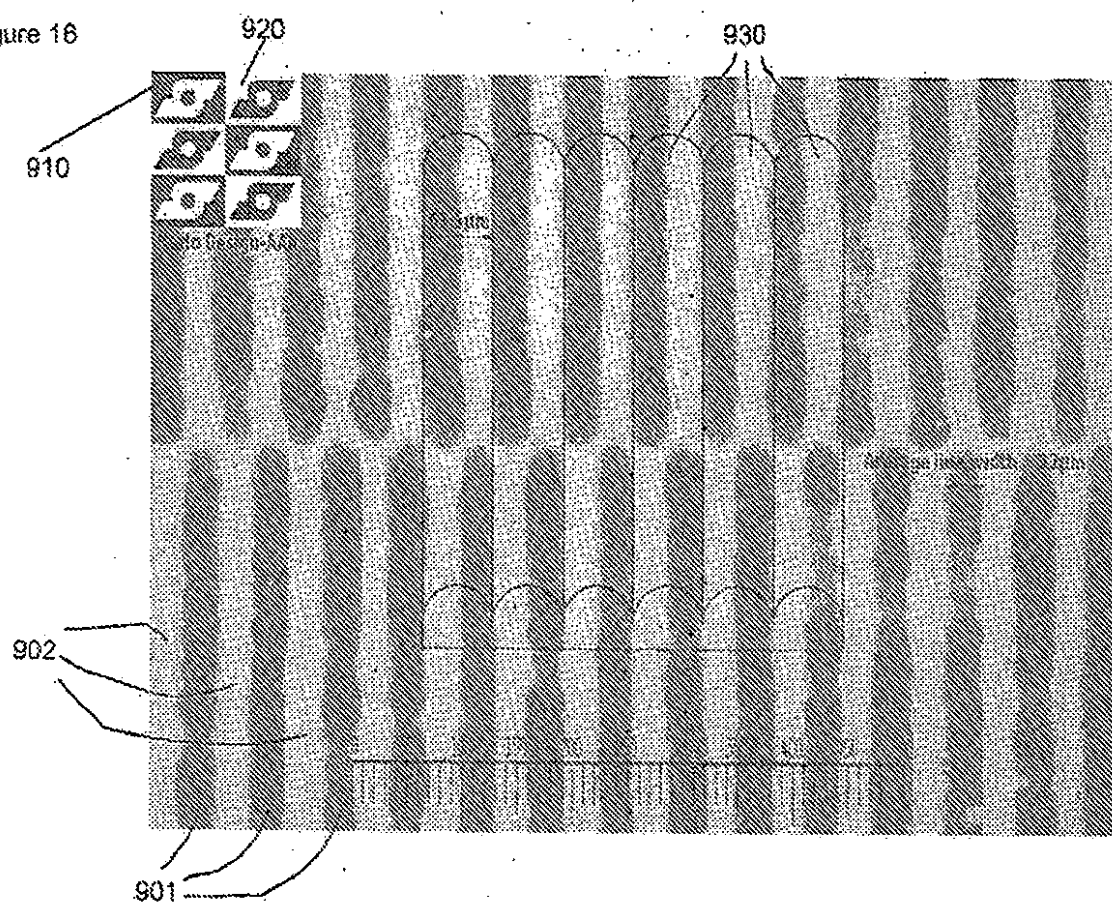
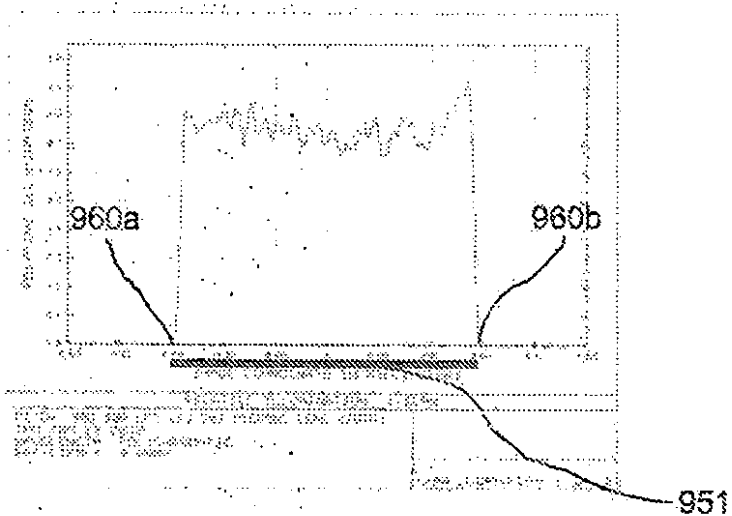
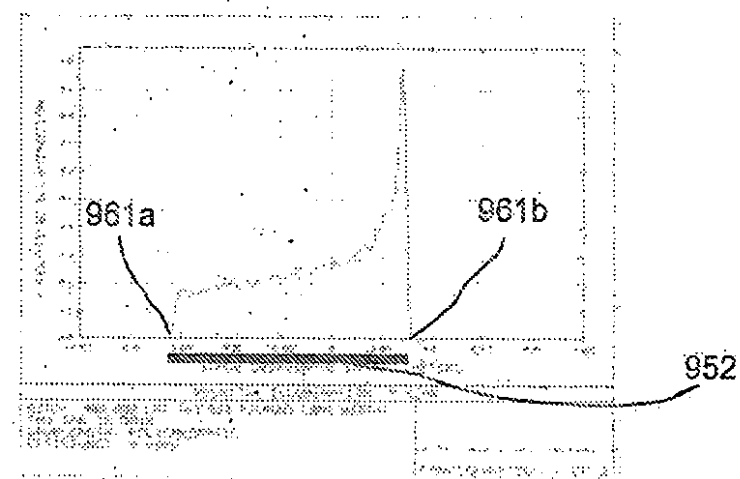


Figure 17

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AU2010/000243

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.

G02B 27/22 (2006.01)

B42D 15/10 (2006.01)

G02B 3/00 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPDOC - keywords: image, imaging; focal, focus, off_focus, out_of_focus; plural, array, matrix, sheet, lattice, grid, periodic, group, arrangement; lens, micro_lens, lenslet, lenticul; bumps, semi_circ, curv, spher, bead, mini, cylind; thickness, thin, distance, spac, gap, gauge; substrate, base, plate, sheet, panel, layer, surface; transparent, plastic, resin, translucent, clear, opaq, see_through; security, print; document, article, paper; bank_note, currenc, money, card; parameter, size, width, diameter, dimension; design, estimat, optim[s,z], determin, measur; equal, less, var

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6833960 B1 (SCARBROUGH et al.) 21 December 2004 See column 3, line 53 – column 4, line 30; Figs. 2A & 2B	
A	US 6084713 A (ROSENTHAL) 4 July 2000 See column 3, lines 28-47; column 8, line 57 – column 9; line 7; column 10, lines 5-26; Figs. 3A, 3B, 4	
A	US 2008/0100918 A1 (SAVILLE, JR.) 1 May 2008 See the entire document	



Further documents are listed in the continuation of Box C



See patent family annex

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
21 April 2010

Date of mailing of the international search report
28 APR 2010

Name and mailing address of the ISA/AU
AUSTRALIAN PATENT OFFICE
PO BOX 200, WODEN ACT 2606, AUSTRALIA
E-mail address: pct@ipaustalia.gov.au
Facsimile No. +61 2 6283 7999

Authorized officer
JULIA HU
AUSTRALIAN PATENT OFFICE
(ISO 9001 Quality Certified Service)
Telephone No : +61 2 6283 2754

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/AU2010/000243

This Annex lists the known "A" publication level patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The Australian Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent Document Cited in Search Report		Patent Family Member			
US	6833960	US	6856462		
US	6084713	AU	48414/96	BR	9612696
		EP	0809816	HK	1023621
		US	5642226	US	6256150
		WO	9622558	CA	2210176
				MX	PA98006876
				US	6414794
US	2008100918	NONE			
Due to data integration issues this family listing may not include 10 digit Australian applications filed since May 2001.					
END OF ANNEX					

MEJORAS EN MÉTODOS PARA PRODUCIR DISPOSICIONES DE LENTES**CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se relaciona con métodos mejorados para diseñar y fabricar disposiciones de lentes y para disposiciones de lentes que se producen de ese modo.

ANTECEDENTES

Los disposiciones de lentes permiten la generación de una variedad de tipos diferentes de efectos ópticos. Por ejemplo, una disposición de lentes enfocada en los elementos de imagen subyacentes en el plano focal de la disposición puede generar imágenes integrales que parecen ser tridimensionales, que se mueven, cambiar la amplificación o que se transforman a medida que cambia el ángulo de visión o que tienen una profundidad aparente fuera del plano de la disposición de lentes. Se puede lograr un efecto adicional intercalando dos o más imágenes por debajo de las lentes, por ejemplo, en bandas por debajo de una pluralidad de lentes cilíndricos, de modo que el observador ve diferentes imágenes a medida que cambia el ángulo de visualización. Tales efectos visuales son útiles en una cantidad de aplicaciones que incluyen visualizadores, materiales promocionales, artículos coleccionables y también como dispositivos ópticamente variables en documentos de seguridad.

Los disposiciones de lentes, en general, se fabrican a partir de materiales poliméricos transparentes para producir una lámina de material que se referencia en la presente como una lámina lenticular. El patrón de las lentillas que conforma la disposición se gofra o se conforma de otra manera en un lado de la lámina y el lado enfrente de la lámina se conforma como una superficie plana de tipo substancialmente brillante. Los elementos de imagen se aplican o se colocan en la

superficie plana y se pueden conformar, por ejemplo, por impresión o mediante un proceso de marcado con láser. El material de lámina comúnmente se fabrica como una monocapa pero también se usan métodos multicapa.

Los elementos de imagen pueden comprender puntos impresos. En un
5 proceso previo a la impresión, una imagen continua, que representa la impresión final deseada en la superficie plana, se convierte a una imagen de semitonos. Después de la impresión, la imagen de semitonos va a aparecer como una pluralidad de puntos impresos en una superficie plana.

El grosor (que usualmente se denomina grosor de calibre) de la lámina
10 lenticular, tradicionalmente se determina por la distancia focal de las lentillas, tal como los rayos de luz incidentes substancialmente enfocados en la superficie plana de la lámina. Este diseño se elige para tomar ventaja del así llamado efecto de muestreo. El efecto de muestreo asegura que un punto impreso a la distancia focal de la lente se va a presentar a un observador a un ángulo de visión particular
15 como una línea a través de la lente cilíndrica y va a parecer que llena el área completa de la lente para una lente no cilíndrica. Por lo tanto, un observador no puede distinguir dos puntos adyacentes dentro de una única lente a un ángulo de visión particular.

En algunos casos, el grosor de material y la frecuencia de lentes (o paso)
20 de las lentillas se pueden preseleccionar de acuerdo con las necesidades del producto final como así también las limitaciones del calibre del proceso de fabricación del material de lámina. El radio de curvatura de la lente se determina entonces en base a parámetros adicionales, tales como el índice de refracción y el número de Abbe del material polimérico usado, como para enfocar los rayos de luz
25 incidentes substancialmente en el lado plano de la hoja.

La tendencia reciente en el arte es la de producir láminas lenticulares más delgadas como para reducir los costos de fabricación mientras que al mismo tiempo amplía las aplicaciones potenciales de los artículos con efecto óptico. Sin embargo, una lámina lenticular más delgada requiere en general una frecuencia de lentes mayor a fin de producir una imagen enfocada. Por ejemplo, un material producido con un grosor de calibre de 85 micrones en poliéster requeriría una frecuencia de lentes de aproximadamente 224 lentillas por centímetro. La impresión de imágenes con efecto óptico en estas disposiciones de microlentes de alta frecuencia es, en particular, un desafío y limita seriamente el tipo de efecto que se puede lograr y el tipo de métodos de impresión y pre-impresión que se pueden usar. Es más, como se deben utilizar tramas de líneas elevadas y es crítico un registro color a color muy preciso, con frecuencia el resultado es una alta tasa de material de desecho. Estos problemas significan que el uso del material de lámina lenticular de muy alta frecuencia hasta ahora es limitado.

Un intento para superar los problemas anteriores se describe en la Patente de los Estados Unidos Nº 6.833.960. Las lentes se conforman como semiesferas en un sustrato que usa resinas curables en una prensa de impresión. En este método, no es posible conformar las lentes en el sustrato en sus puntos focales. Entonces, las lentes están substancialmente fuera de foco y esto nulifica el efecto de muestreo. Las imágenes que se producen con este método, entonces, son substancialmente borrosas.

En la Patente de los Estados Unidos Nº 6.989.931 se describe otro método que incluye una imagen compuesta que comprende bandas impresas que se visualizan a través de una pantalla lenticular desde un primer ángulo con un objeto o una imagen ubicada a una distancia por detrás de la pantalla lenticular que es

visible a través de bandas transparentes en un segundo ángulo. En una realización, se contempla un material lenticular más delgado que su distancia focal. Sin embargo, un diseño arbitrario fuera de foco de esta naturaleza no es apropiado para imágenes lenticulares multiplexadas o para efectos de muaré
5 intrincados porque puede producir un fuerte emborronamiento y una pérdida de contraste de imagen.

Por consiguiente, existe la necesidad de un método que reduzca el grosor de calibre de una disposición de lentes sin introducir un emborronamiento sustancial u otros productos de imagen objetables.

10 En algunas circunstancias puede ser deseable fabricar una lámina lenticular con un grosor de calibre particular. Si este es el caso, entonces puede ser deseable reducir la frecuencia de lentes, es decir, aumentar el ancho de cada lentilla, a fin de mantener la calidad de imagen en vista de las restricciones del proceso de impresión (o de otro proceso para la conformación de los elementos de
15 imagen) que se va a usar. Por lo tanto, es deseable proveer una disposición de lentes y un método que permita usar una frecuencia de lentes menor sin introducir un emborronamiento sustancial u otros productos de imagen objetables.

Cualquier análisis de documentos, acciones, materiales, dispositivos, artículos o similares que se incluyen en la presente descripción es sólo para
20 proveer un contexto para la presente invención. Nada de lo aquí expresado debe considerarse como un admisión de que la materia de la presente forme parte del arte previo o del conocimiento público general en el campo de la presente invención en Australia antes de la fecha de prioridad de cada una de las reivindicaciones de la presente.

25 SÍNTESIS DE LA INVENCION

En un aspecto, la presente invención provee una disposición de lentes para la conformación de una pluralidad de elementos de imagen en un plano objeto, donde la disposición de lentes incluye una pluralidad de lentillas conformadas en o sobre un lado de un material translúcido o transparente con los elementos de imagen dispuestos en el lado enfrentado, donde la disposición de lentes tiene un grosor de calibre que corresponde a la distancia desde el ápice de cada lentilla al plano objeto, en donde cada lentilla tiene un conjunto de parámetros de lente con el grosor de calibre y/o al menos un parámetro de lente optimizado, de modo tal que cada lentilla tiene un tamaño de punto focal en el plano objeto que es substancialmente igual al tamaño de los elementos de imagen en el plano objeto o que varía a partir del tamaño de los elementos de imagen en una cantidad predeterminada.

En otro aspecto de la presente invención, se provee un método para fabricar una disposición de lentes para la conformación de una pluralidad de elementos de imagen en un plano objeto, donde la disposición de lentes incluye una pluralidad de lentillas, donde la disposición de lentes tiene un grosor de calibre que corresponde a la distancia desde el ápice de cada lentilla al plano objeto, donde el método incluye los pasos de:

determinar un parámetro de escala que es representativo del tamaño de los elementos de imagen en al menos parte del plano objeto,

usar el parámetro de escala para optimizar el grosor de calibre y/o al menos un parámetro de un conjunto de parámetros de cada lentilla,

y conformar la disposición de lentes con dicho grosor de calibre y dichos parámetros de lente en o sobre un lado de un material translúcido o transparente con los elementos de imagen dispuestos en el lado enfrentado del material

translúcido o transparente,

por lo cual, las lentillas tienen un tamaño de punto focal en el plano objeto que es substancialmente igual al tamaño de los elementos de imagen o que varía a partir del tamaño de los elementos de imagen en una cantidad predeterminada.

- 5 El conjunto de parámetros de lente puede incluir el ancho de lente, índice de refracción, profundidad sagital, radio de curvatura, parámetro cónico y número de Abbe. Algunos o todos estos parámetros se pueden variar a fin de obtener un tamaño de punto focal con las características deseadas en el plano objeto.

- 10 Preferentemente, cada lentilla tiene una sección transversal que es una sección cónica. Las lentillas pueden ser cilíndricas o tener una parte esférica o una sección transversal asférica. Cada lentilla es, con preferencia, rotacionalmente simétrica en el plano de la disposición de lentes. En una realización, cada lentilla puede ser una lentícula alargada que tiene una sección transversal substancialmente uniforme a lo largo de su longitud.

15 DEFINICIONES

Tamaño de punto focal H

- 20 Como se usa en la presente, el término tamaño de punto focal se refiere a las dimensiones, usualmente un diámetro o un ancho efectivo, de la distribución geométrica de los puntos en la que los rayos refractados por una lente se intersecan con un plano objeto en un ángulo de visión particular. El tamaño de punto focal se puede inferir a partir de cálculos teóricos, simulaciones de trazado de rayos o mediciones reales. Los presentes inventores encontraron que las simulaciones de trazado de rayos usando un software tal como ZEMAX, coincide estrechamente con las mediciones directas de las lentes diseñadas, de acuerdo
- 25 con los métodos descritos en la presente. La simulación de trazado de rayos se

puede ajustar para dar cuenta del hecho de que los rayos incidentes no son, en realidad, exactamente paralelos.

Distancia focal f

En la presente descripción, la distancia focal, cuando se usa en referencia a una microlente en una disposición de lentes, tiene como significado que la distancia desde el vértice de los microlentes a la posición de foco está dada por la localización del máximo de la distribución de densidad de potencia cuando la radiación colimada incide desde el lado de las lentes de la disposición (véase T. Miyashita, "Standardization for microlenses and microlens arrays" (2007), *Japanese Journal of Applied Physics*, **46**, p 5391).

Grosor de calibre t

El grosor de calibre es la distancia desde el ápice de una lentilla en un lado del material translúcido o transparente a la superficie en el lado enfrente del material translúcido en el cual se proveen los elementos de la imagen que coincide substancialmente con el plano objeto.

Frecuencia de lentes y paso

La frecuencia de lentes de una disposición de lentes es el número de lentillas en una distancia dada a través de la superficie de la disposición de lentes. El paso es la distancia desde el ápice de una lentilla al ápice de la lentilla adyacente. En una disposición de lentes uniforme, el paso tiene una relación inversa con la frecuencia de lentes.

Ancho de lente W

El ancho de una lentilla en una disposición de microlentes es la distancia desde un borde de la lentilla al borde enfrente de la lentilla. En una disposición de lentes con lentillas semiesféricas o semi-cilíndricas, el ancho será igual al

diámetro de las lentillas.

Radio de curvatura R

El radio de curvatura de una lentilla es la distancia desde un punto en la superficie de la lente a un punto en el cual la normal a la superficie de la lente interseca una línea que se extiende perpendicularmente a través del ápice de la lentilla (el eje de la lente).

Profundidad sagital s

La profundidad sagital o superficie sagital s de una lentilla es la distancia desde el ápice a un punto en el eje intersecado por la línea más corta desde el borde de una lentilla extendiéndose perpendicularmente a través del eje.

Índice de refracción n

El índice de refracción de un medio n es el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio. El índice de refracción n de una lente determina la cantidad por la cual se van a refractar los rayos de luz que llegan a la superficie de la lente, de acuerdo con la ley de Snell:

$$n_1 * \sin(\alpha) = n * \sin(\theta),$$

donde α es el ángulo entre un rayo incidente y la normal en el punto de incidencia en la superficie de la lente, θ es el ángulo entre el rayo refractado y la normal en el punto de incidencia y n_1 es el índice de refracción del aire (como una aproximación se puede tomar n_1 como 1).

Constante cónica P

La constante cónica P es una cantidad que describe las secciones cónicas y se usa en óptica geométrica para especificar una lente esférica ($P = 1$), elíptica ($0 < P < 1$ o $P > 1$), parabólica ($P = 0$) e hiperbólica ($P < 0$). Algunas referencias

usan la letra K para representar la constante cónica. K se relaciona con P por $K = P - 1$.

Ángulo lobular

El ángulo lobular de una lente es el ángulo de visión completo formado por la lente.

Número de Abbe

El número de Abbe de un material translúcido o transparente es una medida de la dispersión (variación del índice de refracción con la longitud de onda) del material. Una elección apropiada del número de Abbe para una lente puede ayudar a minimizar la aberración cromática.

Documento de seguridad

Como se usa en la presente, el término documento de seguridad incluye todo tipo de documentos y bonos de valor y documentos de identificación que incluyen, pero no se limitan a los siguientes: elementos monetarios, tales como billetes y monedas, tarjetas de crédito, cheques, pasaportes, tarjetas de identidad, certificados de valores y de acciones, permisos de conducir, títulos de propiedad, documentos de viaje, tales como boletos de avión y tren, tarjetas de entrada y entradas, certificados de nacimiento, defunción y matrimonio y expedientes académicos.

20 Ventanas y semi-ventanas transparentes

Como se usa en la presente, el término ventana se refiere a un área translúcida o transparente en el documento de seguridad en comparación con la región substancialmente opaca en donde se aplica la impresión. La ventana puede ser completamente transparente de modo que permite la transmisión de luz sin verse substancialmente afectada o puede ser parcialmente translúcida o

transparente, permitiendo la transmisión de luz pero sin permitir que los objetos se vean claramente a través del área de ventana.

Un área de ventana se puede conformar en un documento de seguridad polimérico que tiene al menos una capa de material transparente polimérico y una
5 o más capas opacificantes aplicadas en al menos un lado de un sustrato polimérico transparente omitiendo al menos una capa opacificante en la región que conforma el área de ventana. Si se aplican las capas opacificantes a ambos lados de un sustrato transparente, se puede conformar una ventana transparente completa omitiendo las capas opacificantes en ambos lados del sustrato
10 transparente en el área de ventana.

Un área parcialmente translúcida o transparente, que de aquí en adelante se referencia como una "semi-ventana" se puede conformar en un documento de seguridad polimérico que tiene capas opacificantes en ambos lados omitiendo las capas opacificantes en un solo lado del documento de seguridad en el área de
15 ventana de modo que la "semi-ventana" no es completamente transparente pero permite que pase algo de luz a su través sin permitir que se visualicen claramente los objetos a través de la semi-ventana.

Como alternativa, es posible que se conformen los sustratos a partir de un material substancialmente opaco, tal como papel o material fibroso, con un inserto
20 de material plástico transparente insertado en un recorte o cavidad en el sustrato fibroso o de papel para conformar una ventana transparente o un área de semi-ventana translúcida.

Capas opacificantes

Se pueden aplicar una o más capas opacificantes a un sustrato
25 transparente para aumentar la opacidad del documento de seguridad. Una capa

opacificante es tal que $L_T < L_0$ donde L_0 es la cantidad de luz incidente en el documento y L_T es la cantidad de luz transmitida a través del documento. Una capa opacificante puede comprender uno o más de una variedad de recubrimientos opacificantes. Por ejemplo, los recubrimientos opacificantes pueden comprender un pigmento, tal como dióxido de titanio disperso dentro de un aglutinante o un transportador de material polimérico entrecruzado que se activa por calor. Como alternativa, un sustrato de material plástico transparente se puede intercalar entre las capas opacificantes de papel o de otro material parcial o substancialmente opaco en el cual, posteriormente, se pueden imprimir o aplicar de otra manera inscripciones.

En una realización de la invención, el grosor de calibre de la disposición de lentes se puede optimizar en relación con el tamaño de los elementos de imagen y el conjunto de parámetros de lente.

En otra realización, los parámetros de lente se pueden optimizar en relación con el tamaño de los elementos de imagen y el grosor de calibre.

Al elegir los parámetros de lente, de modo tal que el tamaño de punto focal se correlaciona con el tamaño de los elementos de imagen, el grosor de la disposición de lentes o la frecuencia de lente pueden reducirse sin sacrificar substancialmente la calidad de la imagen. Esto ocurre porque la mayoría de los rayos refractados por las lentillas y que alcanzan el plano objeto, todavía van a intersecarse con la región cubierta por un elemento de imagen en el ángulo o en los ángulos de visión deseados y esto permite que se mantenga el efecto de muestreo.

El grosor de la disposición de lentes puede reducirse para proveer una lámina lenticular más delgada que todavía tiene como resultado efectos de imagen

de alta calidad. Como alternativa, el grosor puede mantenerse mientras se ensanchan las lentillas que permite que se incluya más impresión bajo cada lentilla, mejorando así la calidad de imagen y/o permitiendo que se produzcan más efectos visuales complejos.

- 5 Preferentemente, el grosor de la disposición de lentes es menor que la distancia focal de todas las lentillas.

En una realización particularmente preferida, la cantidad predeterminada por la cual varía el tamaño de punto focal a partir del tamaño de los elementos de imagen es menor que una variabilidad estimada en el tamaño de los elementos de
10 imagen. La variabilidad estimada puede ser la desviación estándar, la desviación absoluta media o el rango intercuartil del tamaño de los elementos de imagen. Si el tamaño de punto focal es mayor que el tamaño de los elementos de imagen, esto permite una lámina lenticular aún más delgada mientras que substancialmente mantiene la calidad de imagen deseada ya que, en general, solo
15 una porción relativamente pequeña de la distribución de densidad de potencia de los rayos refractados se encuentra en los bordes de la mancha. Si el tamaño de punto focal es levemente menor, las transiciones entre los componentes de imagen que producen los efectos de imagen se pueden hacer más suaves.

En la práctica, encontramos que una cantidad predeterminada en base a
20 una variación de hasta el 20% puede producir imágenes de alta calidad mientras que todavía toma en cuenta la variación en el tamaño del elemento de imagen impreso en la mayoría de las situaciones. Sin embargo, si se requiere mayor precisión, se puede estimar la variabilidad a partir de la distribución de tamaño real de los elementos de imagen impresos mediante cualquiera de los métodos
25 mencionados anteriormente.

Los elementos de imagen pueden tomar la forma de puntos, líneas u otras formas. Los elementos de imagen se pueden aplicar a una superficie en el plano objeto en el lado enfrentado del material translúcido o transparente en una variedad de formas que incluye el marcado con láser. En una realización preferida, los elementos de imagen se imprimen en dicha superficie en el plano objeto. El método de la invención puede incluir el paso de aplicar una pluralidad de puntos impresos a una superficie posterior del material translúcido o transparente con las lentillas conformadas en una superficie anterior para conformar un dispositivo o artículo ópticamente variable. Como alternativa, una pluralidad de puntos impresos pueden aplicarse a un sustrato (por ejemplo, de material polimérico o fibroso) y el sustrato sujeto en la superficie posterior del material translúcido o transparente.

Las lentillas se pueden conformar mediante un proceso de gofrado en un material curable por radiación translúcido o transparente aplicado a un sustrato. El material curable por radiación translúcido o transparente se puede curar a continuación del gofrado pero es preferible gofrar y curar en forma substancialmente simultánea. El sustrato se conforma preferentemente a partir de un material polimérico translúcido o transparente con el grosor combinado del sustrato y el material curable por radiación correspondiente al grosor de calibre de la disposición de lentes. En una realización particularmente preferida, el sustrato es una estructura de tipo lámina flexible y el sustrato y el material curable por radiación forman parte de un documento de seguridad, tal como un billete, tarjeta de crédito o similar. El sustrato preferentemente tiene substancialmente el mismo índice refracción que las lentillas.

En una realización preferida, el conjunto de parámetros de lente es el mismo para cada lentilla.

En otra realización preferida, el tamaño de punto focal, cuando se promedia sobre por lo menos dos direcciones dentro del ángulo lobular de la lentilla, es substancialmente igual al tamaño de los elementos de imagen o varía a partir del tamaño de los elementos de imagen en una cantidad predeterminada.

- 5 Las direcciones sobre las cuales se promedia el tamaño de punto focal preferentemente incluyen la dirección en el eje y la dirección fuera del eje cerca del borde del ángulo lobular.

En otro aspecto, la presente invención provee un método para diseñar una disposición de lentes para la conformación de una pluralidad de elementos de
10 imagen en un plano objeto, donde la disposición de lentes incluye una pluralidad de lentillas y tiene un grosor de calibre que corresponde a la distancia desde el ápice de cada lentilla al plano objeto, donde el método incluye los pasos de:

- estimar un parámetro de escala que es representativo del tamaño de los elementos de imagen en el plano objeto,
- 15 seleccionar un conjunto de parámetros de lente para cada lentilla, y
- diseñar la disposición de lentes usando el parámetro de escala para optimizar el grosor de calibre y/o al menos un parámetro del conjunto de parámetros de lente para cada lentilla, en donde cada lentilla tiene un tamaño de punto focal en el plano objeto que es substancialmente igual al tamaño de los
20 elementos de imagen o que varía a partir del tamaño de los elementos de imagen en una cantidad predeterminada.

Preferentemente, el grosor de una disposición de lentes que incluye lentillas es menor que la distancia focal de todas las lentillas.

- El conjunto de parámetros de lente puede ser el mismo para cada lentilla.
- 25 Como alternativa, las lentillas en un área o unas áreas de la disposición de lentes

pueden tener diferentes parámetros de lente que las lentillas en el resto de la disposición de lentes.

Preferentemente, el método incluye además el paso de medir los tamaños de los elementos de imagen en al menos parte del plano objeto, en donde el parámetro de escala se estima a partir de los tamaños medidos de los elementos de imagen. La medición se puede realizar usando un densitómetro, o como alternativa, se puede realizar midiendo directamente los tamaños de los elementos de imagen. Preferentemente, los elementos de imagen son parte de una plantilla de calibración. En una realización particularmente preferida, los elementos de imagen son líneas o puntos impresos.

La medición de los tamaños de las líneas o los puntos impresos permite que el diseño de lentes se ajuste a las características reales de la impresión, que puede depender del tipo de aparato de impresión, las tintas y otros materiales y el equipo de pre-impresión usado.

El parámetro de escala se puede estimar calculando el valor medio o el máximo de los tamaños de los elementos de imagen. Como alternativa, se puede estimar usando un estimador robusto, preferentemente un estimador M o uno de la mediana, el cuartil superior o la media intercuartil de los tamaños de los elementos de imagen.

En un aspecto adicional de la presente invención, se provee un método para fabricar un dispositivo ópticamente variable que incluye los pasos de:

proveer un sustrato;

aplicar elementos de imagen al sustrato, donde dichos elementos de imagen se localizan en un plano objeto;

determinar un parámetro de escala que es representativo del tamaño de los

elementos de imagen; y

conformar una pluralidad de lentillas en un material translúcido o transparente en el sustrato;

5 en donde cada lentilla tiene un conjunto de parámetros de lente determinados, de modo que las lentillas tienen un tamaño de punto focal en el plano objeto que es substancialmente igual al tamaño de los elementos de imagen o que varía a partir del tamaño de los elementos de imagen en una cantidad predeterminada.

10 En una realización preferida, el parámetro de escala se determina midiendo los tamaños de los elementos de imagen.

Preferentemente, el sustrato se conforma a partir de un material de tipo lámina translúcido o transparente con las lentillas conformadas en o sobre una primera superficie en un lado del sustrato y los elementos de imagen aplicados a una segunda superficie en el lado enfrenteado del sustrato. Las lentillas se pueden
15 conformar en el material de tipo lámina translúcido o transparente en sí mismo. Como alternativa, las lentillas se pueden conformar en una capa translúcida o transparente, es decir, gofrando una resina translúcida o transparente curable por radiación que se aplica a un sustrato que puede ser opaco, translúcido o transparente.

20 Los elementos de imagen se pueden conformar mediante cualquier proceso conveniente, incluyendo impresión y marcado con láser. En una realización particularmente preferida, los elementos de imagen son puntos impresos.

En otro aspecto de la presente invención, se provee un dispositivo ópticamente variable que incluye un sustrato y una pluralidad de lentillas
25 conformadas en o sobre el sustrato y una pluralidad de elementos de imagen

localizados en un plano objeto en o sobre el sustrato, en donde cada lentilla tiene un conjunto de parámetros de lente determinados, de modo que las lentillas tienen un tamaño de punto focal en el plano objeto que es substancialmente igual al tamaño de los elementos de imagen o que varía a partir del tamaño de los elementos de imagen en una cantidad predeterminada.

Preferentemente, las lentillas son parte de una disposición de lentes que tiene un grosor de calibre que es menor que la distancia focal de cada una de las lentillas.

En un aspecto adicional, la presente invención provee un dispositivo ópticamente variable que incluye una disposición de lentes de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

Un dispositivo ópticamente variable fabricado mediante los métodos anteriores se puede aplicar a un amplio rango de artículos, aunque la invención tiene particularmente aplicación en el campo de los documentos de seguridad y más particularmente en documentos y artículos de seguridad que se conforman a partir de un sustrato de tipo lámina flexible, tales como billetes y similares. El dispositivo ópticamente variable se puede conformar en un área de ventana o semi-ventana del documento de seguridad.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Las realizaciones preferidas de la invención se describirán ahora, solo a modo de ejemplo no limitativo con referencia a las figuras que acompañan en las que:

La Figura 1 muestra un corte transversal a través de una disposición de lentes de un diseño del arte previo;

La Figura 2 muestra una realización de la disposición de lentes de la

presente invención;

La Figura 3 muestra una realización alternativa de la disposición de lentes de la presente invención;

Las Figuras 4 a 6 representan los tamaños de punto focal en el eje y fuera
5 del eje de tres lentillas, de acuerdo con realizaciones diferentes de la presente invención;

La Figura 7 muestra las formas de los puntos de entrada y de salida de dos procesos de impresión diferentes;

La Figura 8 muestra las distribuciones de densidad de potencia de una
10 lentilla del arte previo y de una lentilla de acuerdo con una realización de la presente invención, respectivamente;

La Figura 9 muestra los rayos de luz incidentes que son refractados por una lentilla, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 10 representa la geometría de una lentilla;

15 Las Figuras 11(a) a 11(d) ilustran una vista esquemática de corte transversal a través de un artículo que incorpora una disposición de lentes y elementos de imagen y los pasos intermedios mediante los cuales se conforma el artículo;

Las Figuras 12(a) a 12(c) muestran una vista esquemática de corte
20 transversal a través de un artículo similar al de la Figura 11(d) que se fabrica mediante un método modificado;

Las Figuras 13(a) a 13(d) ilustran una vista esquemática de corte transversal a través de un artículo alternativo que incorpora una disposición de lentes y elementos de imagen y los pasos intermedios mediante los cuales se
25 conforma el artículo;

Las Figuras 14 y 15 son diagramas de bloques que muestran dos realizaciones diferentes de un proceso de fabricación de disposición de lentes para producir los artículos de las Figuras 11 a 13;

La Figura 16 es un conjunto de elementos de imagen impresos intercalados de un dispositivo lenticular ejemplificativo; y

La Figura 17 ilustra la iluminación relativa (simulada) de los puntos a lo largo del ancho de los elementos de imagen del dispositivo de la Figura 16 cuando se lo observa (a) en el eje y (b) fuera del eje en un ángulo que está en el borde del ángulo lobular o cerca del mismo.

10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

Inicialmente, con referencia a la Figura 1, se muestra una disposición de lentes 20 de un diseño del arte previo que tiene un grosor de calibre t en el cual unas lentillas 22 tienen un ancho W y unos rayos incidentes 28a y 28b con un perfil de enfoque substancialmente esférico en los puntos negros 26a y en los puntos blancos 26b, respectivamente. Los puntos se imprimieron en una superficie inferior 24. El grosor t es substancialmente igual a la distancia focal de las lentillas y entonces el tamaño de punto focal 30 está en un mínimo.

El tamaño de punto focal 30 de la lentilla del arte previo es menor que la resolución de la impresión en la superficie inferior 24. Por ejemplo, los métodos litográficos offset lenticulares tradicionales imprimen una tamaño promedio de punto de semitono de aproximadamente 25 micrones. Una lente lenticular diseñada apropiadamente de 254 micrones de ancho va a colimar la luz a un tamaño de punto focal de aproximadamente cinco micrones en el eje, que es substancialmente menor que el tamaño de los puntos impresos 26a, 26b.

Ahora, con referencia a la Figura 2, se muestra una disposición de lentes

120, de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. Los rayos incidentes 128a, 128b son refractados hacia los puntos 26a, 26b respectivamente. La disposición de lentes 120 tiene un grosor t' que es menor que t y las lentillas 122 tienen un ancho W . Las lentillas 122 se diseñan de tal manera que los tamaños de punto focal 130a, 130b son substancialmente iguales en extensión a los puntos 26a, 26b. Hemos encontrado que siempre y cuando el tamaño de punto focal no exceda el ancho promedio de un punto de semitono impreso en más de un 20%, no se compromete la calidad de la imagen. También encontramos que la simple producción de un diseño arbitrario sin enfoque degrada seriamente la calidad de la imagen que da como resultado una imagen borrosa inaceptable. El tamaño de punto focal también puede ser levemente menor que el ancho promedio, preferentemente no más que 20% menor.

La Figura 3 representa un diseño alternativo de disposición de lentes, en el que la disposición de lentes 220 está en el mismo grosor t que la disposición de lentes del arte previo 20, pero se aumenta el ancho W de las lentillas 222. Al mismo tiempo, varían otros parámetros de las lentes de modo que los rayos incidentes 228a, 228b son refractados y llegan al plano objeto 224 para intersectar los puntos 26a, 26b, de forma tal que nuevamente los tamaños de punto focal 230a, 230b son substancialmente iguales en extensión a los puntos 26a, 26b. Por ejemplo, el radio de curvatura de la lente se puede hacer más grande, como se muestra en la Figura 3, posiblemente al mismo tiempo que se varían otros parámetros de la lente, tal como el índice de refracción, el parámetro cónico o el número de Abbe a fin de logra la calidad óptima de imagen.

La Figura 4 ilustra una vista lateral de corte transversal de una traza de rayos de una lentilla de ángulo ancho 105 diseñada de acuerdo con una

realización de la presente invención. Los rayos 102 refractados en la superficie 101 alcanzan el plano objeto 104 y como resultado tiene tamaños de punto focal 103A, 103B. En esta realización, se ponderaron de igual manera los tamaños de punto focal de los puntos en eje 103 y de los puntos fuera del eje 103B a través del ángulo de visión completo de la lentilla, donde este ángulo también se conoce como el ángulo lobular.

La Figura 5 muestra una vista lateral de corte transversal de una traza de rayos de una lentilla alternativa de ángulo ancho 101 donde el ancho de punto focal es substancialmente igual al ancho promedio de los puntos de semitono impresos 109A a través del ángulo lobular. En la Figura 6, se muestra una vista lateral de corte transversal de una traza de rayos de una lentilla adicional de ángulo ancho donde los puntos de semitono impresos 109A son aún más grandes, permitiendo una reducción adicional en el grosor de material o una frecuencia de lentes menos refinada o ambas.

En la Figura 7, la fila superior de puntos 110 representa píxeles digitales de un ancho conocido 109B en una forma de calibración impresa que es la salida de una placa de impresión. La fila 111 ilustra el resultado impreso de la fila de impresión 110, donde la ganancia de punto perceptible tiene como resultado un ancho promedio de punto 109C. La fila 112 ilustra el resultado impreso de la fila de impresión 110 usando otro método de impresión, donde la ganancia de punto es aún mayor que la fila 111, que tiene como resultado un ancho promedio de punto 109D. En esta ilustración, un diseño diferente de lentes se puede aplicar a los puntos impresos en la fila 111 que a los puntos impresos en la fila 112, donde el diseño optimizado de lentes para la fila 111 puede parecerse a la Figura 5 y el diseño optimizado de lentes de la fila 112 puede parecerse más estrechamente a

la Figura 6.

Ahora, con referencia a la Figura 8, se muestra una vista de proyección de un punto de semitono impreso 109C cuya imagen formó una lentilla de acuerdo con una realización de la presente invención. La Figura 8(a) muestra el contorno
5 250 de la distribución de densidad de potencia 255 que sería el resultado del plano objeto localizado en el plano focal 252 de la disposición para producir la mancha 256 (Figura 9). En cambio, la mancha 266 en el plano objeto 262 es mayor que el punto 109C pero tiene una distribución de densidad de potencia 260, 265 tal que, la mayoría de la radiación incidente todavía llega al punto 109C a fin de preservar
10 el efecto de muestreo.

A fin de imprimir una imagen de tono continuo en papel o en materiales sintéticos tales como plásticos, es necesario convertirla a una imagen de semitonos. En el arte son conocidos varios métodos para hacerlo. Tales métodos representan tonos continuos por medio del uso de puntos binarios de tamaños
15 variados con los métodos denominados de modulación de amplitud (AM) o puntos del mismo tamaño con frecuencias variadas con los métodos que se denominan de modulación de frecuencia (FM). También se usan diversas combinaciones de los dos métodos que se denominan híbridos. Para los presentes propósitos, se puede emplear cualquiera de estos métodos. Sin embargo, el método FM en su
20 variedad de formas, que incluye pero no se limita al tramado (dithering), difusión del error o tramado estocástico o al azar, es el método preferido porque los puntos permanecen substancialmente constantes en tamaño.

Se pueden lograr las medidas de las características de los puntos de semitonos impresos usando una variedad de métodos conocidos. Por ejemplo, el
25 tamaño de punto promedio se puede determinar imprimiendo una plantilla de

calibración de imprenta que consiste en muestras de puntos de un tamaño dado y que tiene varias densidades, donde cada muestra típicamente representa un valor de densidad del uno por ciento al noventa y nueve por ciento. A continuación, se conforma la imagen de la plantilla en película o en placa y se imprime en el lado
5 liso de un sustrato de efecto óptico. Luego, se escanea el resultado impreso usando un densitómetro o una herramienta similar para determinar el tamaño del punto impreso.

Como alternativa, el tamaño de punto promedio se puede medir directamente, por ejemplo, usando un microscopio que se ajusta con aumentos de
10 medición de visualización de retícula. En el método directo, se puede medir una muestra de puntos en cada rango de valor tonal, registrarlos y promediar sus tamaños.

Encontramos que la medición de puntos a un valor tonal de aproximadamente 20% provee los mejores resultados.

15 En algunas instancias puede no ser posible o factible obtener las medidas anteriores debido a las variadas condiciones de impresión o similares. Si este es el caso, entonces se puede estimar un tamaño de punto esperado promedio a partir de la experiencia previa o de otra manera.

Con referencia a la Figura 10, ahora se describe un método de optimización
20 del diseño de una lentilla para usar en la presente invención. Para el propósito de este ejemplo no limitativo, se considera una lentilla 300 para hacer una lente esférica que es rotacionalmente simétrica. Este método depende de cálculos teóricos relativamente simples que usa la óptica geométrica e ignora los efectos de borde en la periferia de la lente. La persona experta apreciará que son posibles
25 muchos otros métodos, incluyendo el uso de modelos físicos más sofisticados,

simulaciones de traza de rayos y semejantes.

En la Figura 10(a), un elemento de imagen en la forma de un punto impreso 305 de ancho total H y semi-ancho h se localiza en un plano objeto a una distancia desconocida t (el grosor de calibre) del origen del sistema coordinado (x,y) que se corresponde con el vértice 310 de la lente 300. La lente 300 tiene una profundidad sagital s y un semi-ancho w y un índice de refracción (que no se muestra en la figura). Un diseño de lente optimal tiene como resultado un rayo incidente 320 que incide paralelo con el eje x , que llega al borde 315 de la lente 300 y se refracta a un ángulo β que interseca el tope del punto 305. Se quiere encontrar entonces una expresión para t en términos de los parámetros de la lente y del semi-ancho h que es un parámetro de escala representativo del tamaño del punto 305.

La ecuación de la función del perfil de lente $y(x)$ está dada por

$$P * x^2 - 2 * R * x + y(x)^2 = 0,$$

donde R es el radio de lente en el borde 305 de la lente y P es la constante cónica y es igual a $1-e^2$ donde e es la excentricidad. En principio, se podría elegir una función de perfil de lente más general $y(x)$ que incluya potencias más altas de x . Sin embargo, en general, es más conveniente para los propósitos de diseño de la lente usar la forma cuadrática de $y(x)$ como en lo anterior.

La normal 330 a la superficie de la lente en el borde 305 ($x=s$, $y=w$) tiene una pendiente

$$m(x) = \frac{-1}{y'(x)}$$

donde $y'(x)$ es la derivada primera de $y(x)$. Esta pendiente es igual a $\tan(\alpha)$ donde α es el ángulo entre el rayo incidente 320 y la normal 330, y entonces

$$\tan(\alpha) = m(x)$$

de modo que

$$\alpha(x) = \text{ArcTan}\left(\frac{\sqrt{2 * R * x - P * x^2}}{P * x - R}\right).$$

Por la ley de Snell

$$5 \quad n_1 * \sin(\alpha) = n * \sin(\theta)$$

donde θ es el ángulo entre el rayo refractado 320' y la normal 330 y n_1 es el índice de refracción del aire (que de aquí en adelante se toma como 1 como una aproximación). Entonces

$$\theta = \text{ArcSin}\left(\frac{\sin(\alpha)}{n}\right).$$

10 La pendiente A de la línea que une (s,w) y (t,h) es

$$A = -\tan(\beta)$$

y sustituyendo $\beta = \alpha - \theta$,

$$A = -\tan\left[\alpha(s) - \text{ArcSin}\left(\frac{\sin(\alpha(s))}{n}\right)\right]. \quad (1)$$

15 Es relativamente sencillo demostrar que t se puede escribir como

$$t = s + \frac{h - w}{A} \quad (2)$$

con A como en la Ec (1) anterior y

$$\alpha(s) = \text{ArcTan}\left(\frac{w}{\sqrt{R^2 - P * w^2}}\right). \quad (3)$$

20 El grosor t se puede optimizar en relación con uno o más de los parámetros de

lente R , n , P , w y s en la forma usual, es decir, tomando las derivadas parciales de la expresión en la Ec (2), en relación con uno o más de esos parámetros y fijando las derivadas parciales como iguales a cero. El sistema resultante de ecuaciones se puede resolver analíticamente o numéricamente a fin de encontrar el conjunto

5 de parámetros de lente que brinda el grosor de lente optimal.

La optimización puede ser una optimización restringida. Por ejemplo, puede haber limitaciones prácticas de fabricación en el rango de t y entonces puede ser deseable limitar t a ese rango de valores. Los métodos de optimización restringidos son conocidos en el arte.

10 Las fórmulas anteriores se derivaron para rayos incidentes paralelos al eje x . La derivación se puede generalizar para rayos fuera del eje 340, 350 y puntos fuera del eje (Figura 10(b)) por lo cual se obtiene

$$D = \|(M - m) * (t - s) + 2 * w\|,$$

donde D es el tamaño de punto fuera del eje, M es la pendiente del rayo refractado 340' en un borde 345 de la lentilla y m es la pendiente del rayo refractado 350' en el borde enfrentado 355 de la lentilla, donde t es el grosor de calibre deseado, s la profundidad sagital y w el semi-ancho de lente, igual a lo anterior.

15

Cuando el ángulo de desviación α de los rayos incidentes es cero, $M = -m = A$, y la ecuación se reduce a

20
$$D = 2M * (t - s) + 2w.$$

En este caso, D es igual a $2h$, el tamaño total del punto, y

$$t = s + \frac{h - w}{A},$$

que corresponde a la expresión para los rayos en el eje que se derivó previamente.

Como alternativa a lo anterior, es posible optimizar el semi-ancho de lente w como una función de algunos o todos los parámetros R , n , P y s , mientras que t se puede mantener fijo. Esto se puede hacer reescribiendo la Ec (2) en términos de w como sigue:

5
$$w = h - A * (t - s).$$

Si se mantiene fijo t , una optimización restringida se puede realizar para encontrar el semi-ancho w de lente optimal.

Como una alternativa adicional, otros parámetros de lente R , n , P o s se pueden optimizar de una manera similar a la anterior.

10 El modelo anterior no incluye explícitamente un tratamiento de aberración cromática. La persona experta apreciará que la constante cónica P y/o el número de Abbe de la lente pueden elegirse para minimizar la aberración cromática.

En la Figura 11(d) se muestra un artículo 400 conformado a partir de un sustrato 410 de material translúcido o transparente que tiene una disposición de lentes 420 conformado en una superficie anterior 411 en un lado del sustrato 410 y los elementos de imagen 426a, 426b se conforman en una superficie posterior 412 en el lado enfrentado del sustrato 410. En un método preferido de fabricación del artículo 400, los elementos de imagen 426a, 426b se aplican en primer lugar a la superficie posterior 412 del sustrato 410 en dicho lado enfrentado (Figura 11(a)).
15 Los elementos de imagen 426a, 426b se aplican preferentemente mediante impresión en dicha superficie posterior 412, aunque se pueden conformar en o sobre dicha superficie posterior mediante otros métodos que incluye el marcado con láser.

La Figura 11(b) muestra una capa translúcida o transparente que se puede gofrar 415 aplicada a la superficie anterior 411 del sustrato translúcido o
25

transparente 410. Preferentemente, la capa que se puede gofrar es un líquido, resina o tinta curable por radiación que se puede aplicar mediante un proceso de impresión. Entonces, la capa 415 se gofra con una placa de gofrado 416 (Figura 11(c)) para conformar una pluralidad de lentillas 422 de la disposición de lentes 420 en la capa 415 en registro con los elementos de imagen 426a, 426b en la superficie posterior 412 del sustrato 410. La capa gofrada 415 se puede curar por radiación, es decir, por UV, rayos X, haces de electrones o calor (IR), en forma simultánea durante el proceso de gofrado o posteriormente para fijar la estructura gofrada de lentillas 422 de la disposición de lentes 420.

10 Con referencia a la Figura 12, se muestra un método alternativo para producir un artículo 500, que es similar al de la Figura 11(d) porque está conformado a partir de un sustrato 510 de material translúcido o transparente que tiene una disposición de lentes 520 que se conforma en una capa gofrada 515 aplicada a una superficie anterior 511 del sustrato y elementos de imagen 526a, 15 526b que se conforman en o sobre la superficie posterior 512 del sustrato.

En el método que se muestra en la Figura 12, la capa que se puede gofrar 515 en primer lugar se aplica a la superficie anterior 511 en un lado del sustrato 510 (Figura 12(a)) y luego se gofra usando la placa de gofrado 516 (Figura 12(b)) antes de aplicar los elementos de imagen 526a, 526b a la superficie posterior 512 20 en el lado enfrentado del sustrato 510. Nuevamente, la capa que se va a gofrar 515 se puede conformar a partir de un líquido, resina o tinta curable por radiación que preferentemente se aplica mediante un proceso de impresión y que preferentemente se cura por radiación, ya sea en forma substancialmente simultánea durante el proceso de gofrado o a continuación. Los elementos de 25 imagen 526a, 526b se pueden conformar mediante impresión o marcado con láser

en la superficie posterior 512' del sustrato 510 para conformar el artículo resultante 500 de la Figura 12(c).

En los artículos resultantes 400, 500 de la Figura 11(d) y la Figura 12(c) se puede apreciar que las disposiciones de lentes 420, 520 tienen un grosor de calibre $t = p + q$, donde p es el grosor del sustrato translúcido o transparente 410, 510 y q es el grosor de la capa translúcida o transparente 415, 515 que se mide desde la superficie anterior 411, 511 del sustrato 410, 510 al ápice de cada lentilla 422, 522 después del gofrado.

En muchos casos, los grosores p y q del sustrato 410 y la capa 415 están predeterminados, el tamaño de punto promedio $H = 2h$ se determina mediante el método de impresión u otro proceso usado para conformar los elementos de imagen; y uno o más parámetros de lente, es decir, ancho de lente $W = 2w$, radio de curvatura R , profundidad sagital s , índice de refracción n o constante cónica P se pueden optimizar en relación con $t (= p + q)$ para crear una placa de gofrado para conformar la disposición de lentes 420, 520, de acuerdo con el proceso de la Figura 14 que se describe posteriormente.

Con referencia a las Figuras 13(a) a 13(d), se muestra un método para producir un artículo 600 que tiene una disposición de lentes 620 conformada en una capa translúcida o transparente 615 aplicada sobre los elementos de imagen 626a, 626b en una superficie anterior 611 de un lado de un sustrato 610. El sustrato 610 en la Figura 13 puede ser opaco, translúcido o transparente ya que la disposición de lentes 620 y los elementos de imagen 626a, 626b se conforman en el mismo lado del sustrato 610. En el método que se muestra en la Figura 13, en primer lugar se aplican los elementos de imagen 626a, 626b a la superficie anterior 611 en el sustrato, preferentemente mediante impresión (Figura 13(a))

antes de aplicar la capa translúcida o transparente 615 (Figura 13(b)) y gofrarla mediante la placa de gofrado 616. Una vez más, la capa que se puede gofrar 615 se puede conformar a partir de un líquido, resina o tinta curable por radiación que preferentemente se aplica mediante un proceso de impresión y que se cura por radiación, ya sea simultáneamente o posteriormente para fijar la estructura de lentes de lentillas 622 de la disposición de lentes 620.

El artículo resultante 600 de la Figura 13(d) difiere del artículo de las Figuras 11(d) y 12(c) en que el grosor p del sustrato 610 no tiene efecto en el grosor de calibre t de la disposición de lentes 620 que es substancialmente igual al grosor q de la capa translúcida o transparente 615 (que da cuenta del grosor de los elementos de imagen 626a, 626b. Como el grosor de calibre t de la disposición de lentes 620 del artículo 600 es probablemente menor que el grosor de calibre t de la disposición de lentes 420, 520 de los artículos 400, 500 de las Figuras 11(a) y 12(a), el método de la presente invención se puede usar para compensar el grosor de calibre reducido, reduciendo el ancho de lente W o el radio de curvatura R o ajustando otros parámetros de las lentillas 622 de la disposición de lentes 620 mediante la variación apropiada de la forma de la placa de gofrado 616.

Ahora, con referencia a la Figura 14, se muestra un diagrama de flujo de un proceso para crear una placa de gofrado para usar con algunas realizaciones de la presente invención. En primer lugar, se imprime una plantilla de calibración (paso 700) y se mide el tamaño de punto (paso 710), como se describió anteriormente. Luego, se elige un conjunto inicial de parámetros de lente (paso 720) y se varían los parámetros con un proceso de optimización multivariado (pasos 730, 740). Una vez que se encuentra una solución, se puede crear una placa de gofrado (paso 750) para usar en el proceso de fabricación.

En las Figuras 15(a) y 15(b) se muestran diagramas de bloques de dos métodos alternativos para conformar un artículo con efecto óptico. En ambos casos se provee un sustrato (paso 800). El proceso que se muestra en la Figura 15(a) es apropiado para conformar los artículos 400 y 600 de las Figuras 11 y 13.

- 5 En la realización de la Figura 15(a) se aplican dos o más imágenes intercaladas a una superficie anterior o posterior del sustrato (paso 810), preferentemente mediante impresión. Entonces se puede aplicar una tinta curable por radiación a la superficie anterior del sustrato (paso 820), por ejemplo, mediante un proceso de impresión y luego se gofra la tinta con una placa de gofrado que se obtiene del
- 10 paso 750 de la Figura 14. Luego se cura la tinta para conformar las lentillas del artículo con efecto óptico en la superficie gofrada. El paso de curado puede ocurrir substancialmente de forma simultánea con el paso de gofrado (paso 830). En cambio, en la Figura 15(b), primero se aplica la tinta curable por radiación a un lado del sustrato (paso 840). Luego se gofra la tinta con una placa de gofrado que
- 15 se obtiene del paso 750 de la Figura 14 y se cura para conformar las lentillas (paso 850). Luego los elementos de imagen se aplican al lado del sustrato enfrentado a las lentillas, en registro con las lentillas, a fin de conformar el artículo con efecto óptico.

EJEMPLO

- 20 Con referencia a la Figura 16, se muestra un ejemplo de una imagen intercalada impresa 900 que se usa para producir un efecto de "cambio de imagen" binario cuando se hace coincidir con una disposición de lentes apropiada. En el ejemplo que se muestra, los elementos de imagen son elementos de imagen negros en la forma de bandas 901 intercaladas con elementos de imagen blancos
- 25 en la forma de bandas 902. En este caso, las bandas negras se conforman de

tinta negra que se imprime en una capa clara o en una capa de tinta blanca, de modo que las bandas blancas se conforman por áreas claras sin tinta o tinta blanca a la cual no se le aplica tinta negra. Cuando se las visualiza a través de una disposición de lentes lenticular que tiene lenticulas 930, un dispositivo que

5 tiene una combinación de disposición lenticular y elementos de imagen 901, 902 produce un cambio en la imagen 910, que se muestra en el lado izquierdo superior de la Figura 16, a la imagen 920, en la que se invierten las áreas negras y blancas a medida que se inclina el dispositivo con respecto al observador alrededor de un eje paralelo a la dirección de las bandas.

10 Las bandas negras y blancas 901, 902 se aplican a un sustrato mediante la impresión en huecograbado. Al medir mediante el uso de la retícula de un microscopio, se encuentra que las bandas negras tienen un ancho promedio de 32 micrones mientras que las bandas blancas tienen un ancho promedio de 31,5 micrones. El valor promedio de 32 micrones para las bandas negras se toma como

15 el parámetro de escala representativo del tamaño de los elementos de imagen. El ancho W de las lenticulas 930 (que se muestra como líneas superpuestas sobre los elementos de imagen impresos 901, 902) se fija en 63,5 micrones y se optimiza el grosor de calibre t usando la expresión de la Ecuación (2). Esto da como resultado un grosor de calibre óptimo t de 90 micrones a una profundidad

20 sagital s de 10 micrones y un radio de curvatura R de 55,4 micrones, en comparación con un grosor de calibre de aproximadamente 162 micrones si los elementos de imagen se localizan en la distancia focal nominal de las lenticulas.

A fin de controlar que los tamaños de punto focal de las lenticulas con el diseño anterior son suficientemente cercanos al tamaño de los elementos de

25 imagen que producen el efecto de cambio de imagen deseado, los parámetros

anteriores son los datos de entrada para una simulación de traza de rayos en el software de diseño de sistema óptico producido por Zemax Development Corporation y que se comercializa bajo la marca comercial ZEMAX. Los gráficos de iluminación relativa que se muestran en las Figuras 17(a) y 17(b) se pueden
5 usar para determinar el tamaño de punto focal, que es la distancia entre los pares de puntos (960a, 960b) y (961a, 961b), respectivamente, donde la iluminación relativa cae a cero. Se puede observar que el tamaño de mancha focal en el eje 951 es de aproximadamente 30 micrones mientras que el tamaño de mancha focal fuera del eje 952 en el borde del ángulo lobular es de aproximadamente 23
10 micrones. Un elemento de imagen "promedio" visualizado en el eje está entonces dentro del 6%-7% del tamaño de mancha focal.

Se apreciará que se realizaron varias modificaciones a las realizaciones de la invención descritas anteriormente sin apartarse del espíritu o el alcance de la invención. Por ejemplo, es posible que las estructuras de lentes de una
15 disposición de lentes se pueda gofrar directamente en una superficie de un sustrato translúcido o transparente en lugar de en una capa translúcida o transparente que se puede gofrar aplicada a un sustrato. También, mientras que la impresión es el proceso preferido para conformar los elementos de imagen, los elementos de imagen se pueden conformar mediante marcado con láser. En este
20 caso, es posible que se dirija un láser a través de un sustrato o capa translúcida o transparente desde una fuente de láser sobre un lado del sustrato o capa para marcar una superficie sensible a láser en el lado enfrente del sustrato o capa, para conformar los elementos de imagen después de que se conforma la disposición de lentes.

REIVINDICACIONES

1. Una disposición de lentes para la conformación de una pluralidad de elementos de imagen en un plano objeto, CARACTERIZADO PORQUE la disposición de lentes incluye una pluralidad de lentillas conformadas en o sobre un
5 lado de un material translúcido o transparente con los elementos de imagen dispuestos en el lado enfrentado, donde la disposición de lentes tiene un grosor de calibre que corresponde a la distancia desde el ápice de cada lentilla al plano objeto, en donde cada lentilla tiene un conjunto de parámetros de lente con el grosor de calibre y/o al menos un parámetro de lente optimizado, de modo tal que
10 cada lentilla tiene un tamaño de punto focal en el plano objeto que es substancialmente igual al tamaño de los elementos de imagen en el plano objeto o que varía a partir del tamaño de los elementos de imagen en una cantidad predeterminada.

2. Un método de fabricación de una disposición de lentes para la
15 conformación de una pluralidad de elementos de imagen en un plano objeto, donde la disposición de lentes incluye una pluralidad de lentillas, donde la disposición de lentes tiene un grosor de calibre que corresponde a la distancia desde el ápice de cada lentilla al plano objeto, CARACTERIZADO PORQUE el método incluye los pasos de:

20 determinar un parámetro de escala que es representativo del tamaño de los elementos de imagen en al menos parte del plano objeto,

usar el parámetro de escala para optimizar el grosor de calibre y/o al menos un parámetro de un conjunto de parámetros de lente para cada lentilla,

y conformar la disposición de lentes con dicho grosor de calibre y dichos
25 parámetros de lente en o sobre un lado de un material translúcido o transparente

con los elementos de imagen dispuestos en el lado enfrentado del material translúcido o transparente,

por lo cual, las lentillas tienen un tamaño de punto focal en el plano objeto que es substancialmente igual al tamaño de los elementos de imagen o que varía a partir del tamaño de los elementos de imagen en una cantidad predeterminada.

3. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, CARACTERIZADO PORQUE el conjunto de parámetros de lente para las lentillas incluye dos o más de los siguientes: ancho de lente, índice de refracción, profundidad sagital, radio de curvatura, parámetro cónico y número de Abbe.

4. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, CARACTERIZADO PORQUE el grosor de calibre de la disposición de lentes se optimiza en relación con el tamaño de los elementos de imagen y el conjunto de parámetros de lente.

5. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, CARACTERIZADO PORQUE los parámetros de lente se optimizan en relación con el tamaño de los elementos de imagen y el grosor de calibre.

6. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con la reivindicación 4 o la reivindicación 5, CARACTERIZADO PORQUE el grosor de calibre de la disposición de lentes es menor que la distancia focal de todas las lentillas.

7. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE la cantidad predeterminada por la cual varía el tamaño de punto focal es menor que una

variabilidad estimada en el tamaño de los elementos de imagen.

8. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con la reivindicación 7, CARACTERIZADO PORQUE la variabilidad estimada es la desviación estándar, la desviación absoluta media o el rango intercuartil del tamaño de los
5 elementos de imagen.

9. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE la cantidad predeterminada por la cual varía el tamaño de punto focal a partir del tamaño de los elementos de imagen es de no más del 20% del tamaño de los elementos de
10 imagen.

10. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE los elementos de imagen toman la forma de puntos o líneas.

11. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una
15 cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE los elementos de imagen se aplican a una superficie en el lado enfrentado del material translúcido o transparente mediante impresión.

12. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE los
20 elementos de imagen se aplican a una superficie en el lado enfrentado del material translúcido o transparente mediante marcado con láser.

13. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE la disposición de lentes incluye un sustrato de material polimérico translúcido o
25 transparente que tiene una superficie primera o anterior sobre o en la cual se

conforman las lentillas y una superficie segunda o posterior en la cual se aplican los elementos de imagen.

14. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con la reivindicación 13 como anexo de la reivindicación 11, CARACTERIZADO PORQUE una pluralidad de puntos impresos se imprimen en la superficie segunda o posterior del sustrato en el plano objeto.

15. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con la reivindicación 11, CARACTERIZADO PORQUE una pluralidad de puntos impresos se imprimen en un sustrato y el sustrato se sujeta en un material translúcido o transparente de la disposición de lentes.

16. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE las lentillas se conforman mediante un proceso de gofrado en un material curable por radiación translúcido o transparente.

17. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con la reivindicación 16, CARACTERIZADO PORQUE el material curable por radiación se aplica a un sustrato conformado a partir de un material translúcido o transparente y el grosor combinado del sustrato y el material curable por radiación corresponde al grosor de calibre de la disposición de lentes.

18. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con la reivindicación 17, CARACTERIZADO PORQUE el sustrato y las lentillas tienen substancialmente el mismo índice de refracción.

19. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE el conjunto de parámetros de lente es el mismo para cada una de las lentillas.

20. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE las lentillas en un área o unas áreas de la disposición de lentes tiene diferentes parámetros de lente que las lentillas en otra área u otras áreas de la disposición de lentes

21. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE el tamaño de punto focal, cuando se promedia sobre dos o más direcciones dentro del ángulo lobular de la lentilla, es substancialmente igual al tamaño de los elementos de imagen o varía a partir del tamaño de los elementos de imagen en una cantidad predeterminada.

22. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE cada lentilla tiene una sección transversal que es una sección cónica.

23. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE cada lentilla es rotacionalmente simétrica en el plano de la disposición de lentes.

24. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE cada lentilla es una lentícula alargada que tiene una sección transversal substancialmente uniforme a lo largo de su longitud.

25. Un método para diseñar una disposición de lentes para la conformación de una pluralidad de elementos de imagen en un plano objeto, donde la disposición de lentes incluye una pluralidad de lentillas y tiene un grosor de calibre que corresponde a la distancia desde el ápice de cada lentilla al plano

objeto, CARACTERIZADO PORQUE el método incluye los pasos de:

estimar un parámetro de escala que es representativo del tamaño de los elementos de imagen en el plano objeto,

seleccionar un conjunto de parámetros de lente para cada lentilla, y

- 5 diseñar la disposición de lentes usando el parámetro de escala para optimizar el grosor de calibre y/o al menos un parámetro de lente del conjunto de parámetros de lente para cada lentilla, en donde cada lentilla tiene un tamaño de punto focal en el plano objeto que es substancialmente igual al tamaño de los elementos de imagen o que varía a partir del tamaño de los elementos de imagen
- 10 en una cantidad predeterminada.

26. Un método de acuerdo con la reivindicación 25, CARACTERIZADO PORQUE el conjunto de parámetros de lente incluye al índice de refracción, profundidad sagital, ancho de lente, radio de curvatura, parámetro cónico y número de Abbe.

- 15 27. Un método de acuerdo con la reivindicación 25 o la reivindicación 26, CARACTERIZADO PORQUE además incluye el paso de medir los tamaños de los elementos de imagen en al menos parte del plano objeto, en donde el parámetro de escala se estima a partir de los tamaños medidos de los elementos de imagen.

28. Un método de acuerdo con la reivindicación 27, CARACTERIZADO
- 20 PORQUE la medición se realiza usando un densinómetro.

29. Un método de acuerdo con la reivindicación 27, CARACTERIZADO PORQUE la medición se realiza midiendo directamente los tamaños de los elementos de imagen.

30. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 27
- 25 a 29, CARACTERIZADO PORQUE los elementos de imagen son parte de una

plantilla de calibración.

31. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 27 a 29, CARACTERIZADO PORQUE el parámetro de escala se estima calculando el valor medio o el máximo de los tamaños de los elementos de imagen.

5 32. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 27 a 30, CARACTERIZADO PORQUE el parámetro de escala se estima usando un estimador robusto.

33. Un método de acuerdo con la reivindicación 32, CARACTERIZADO PORQUE el estimador robusto es un estimador M.

10 34. Un método de acuerdo con la reivindicación 32, CARACTERIZADO PORQUE el estimador robusto es uno de la mediana, el cuartil superior o la media intercuartil de los tamaños de los elementos de imagen.

35. Un método para fabricar un dispositivo ópticamente variable, CARACTERIZADO PORQUE incluye los pasos de:

15 proveer un sustrato;

aplicar elementos de imagen al sustrato, donde dichos elementos de imagen se localizan en un plano objeto;

determinar un parámetro de escala que es representativo del tamaño de los elementos de imagen; y

20 conformar una pluralidad de lentillas en un material translúcido o transparente en el sustrato;

en donde cada lentilla tiene un conjunto de parámetros de lente determinados, de modo que las lentillas tienen un tamaño de punto focal en el plano objeto que es substancialmente igual al tamaño de los elementos de imagen
25 o que varía a partir del tamaño de los elementos de imagen en una cantidad

predeterminada.

36. Un método de acuerdo con la reivindicación 34, CARACTERIZADO PORQUE el parámetro de escala se determina midiendo los tamaños de los elementos de imagen.

5 37. Un dispositivo ópticamente variable, CARACTERIZADO PORQUE incluye un sustrato y una pluralidad de lentillas conformadas en o sobre el sustrato y una pluralidad de elementos de imagen localizados en un plano objeto en o sobre el sustrato, en donde cada lentilla tiene un conjunto de parámetros de lente determinados, de modo que las lentillas tienen un tamaño de punto focal en el
10 plano objeto que es substancialmente igual al tamaño de los elementos de imagen o que varía a partir del tamaño de los elementos de imagen en una cantidad predeterminada.

38. Un método o un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 35 a 37, CARACTERIZADO PORQUE las lentillas son parte de
15 una disposición de lentes que tiene un grosor de calibre que es menor que la distancia focal de cada una de las lentillas.

39. Un dispositivo ópticamente variable, CARACTERIZADO PORQUE incluye una disposición de lentes de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 24.

20 40. Un documento de seguridad CARACTERIZADO PORQUE incluye un dispositivo ópticamente variable de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 37 a 39.

41. Un documento de seguridad de acuerdo con la reivindicación 40, CARACTERIZADO PORQUE el dispositivo ópticamente variable se conforma en
25 un área de ventana o semi-ventana del documento de seguridad.

MEJORAS EN MÉTODOS PARA PRODUCIR DISPOSICIONES DE LENTES**RESUMEN**

Se provee una disposición de lentes para la conformación de una pluralidad de elementos de imagen en un plano objeto y un método para fabricar una
5 disposición de lentes. La disposición de lentes incluye una pluralidad de lentillas conformadas en o sobre un lado de un material translúcido o transparente con los elementos de imagen dispuestos en el lado enfrentado y que tiene un grosor de calibre que corresponde a la distancia desde el ápice de cada lentilla al plano
10 objeto. Cada lentilla tiene un conjunto de parámetros de lente. El grosor de calibre y/o al menos un parámetro de lente se optimizan, de modo tal que cada lentilla tiene un tamaño de punto focal en el plano objeto que es substancialmente igual al tamaño de los elementos de imagen en el plano objeto o que varía a partir del tamaño de los elementos de imagen en una cantidad predeterminada.

Figura 1 (arte previo)

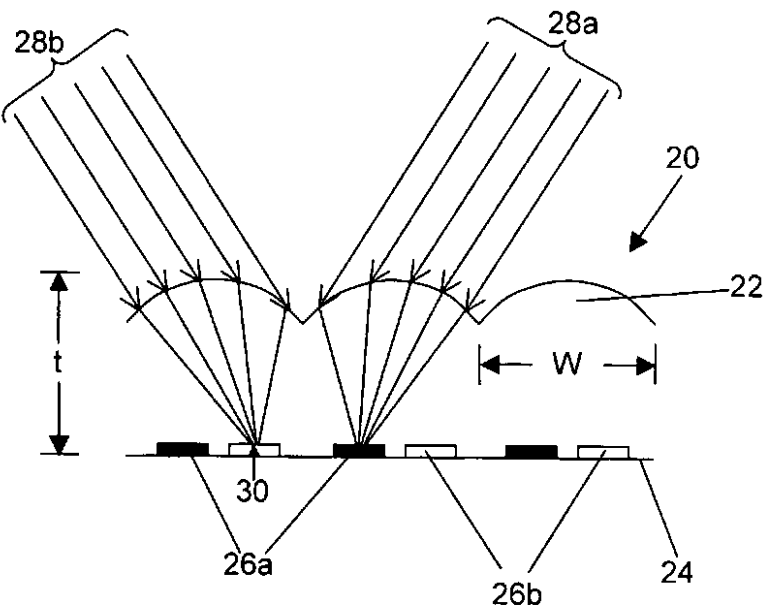


Figura 2

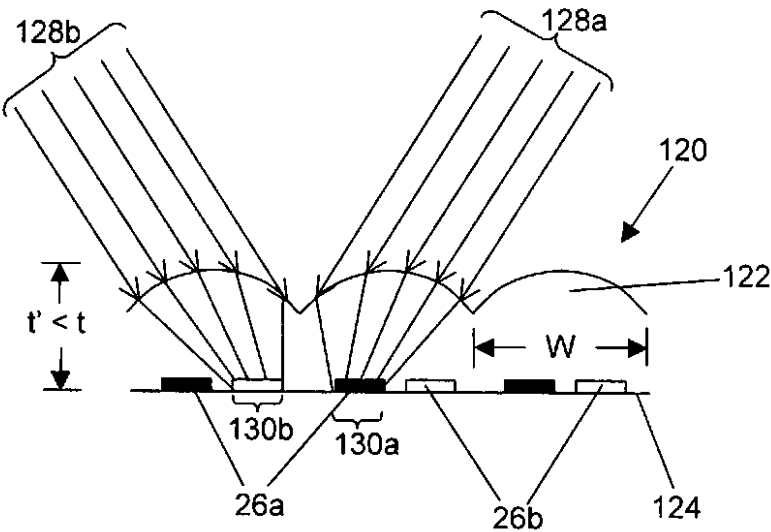


Figura 3

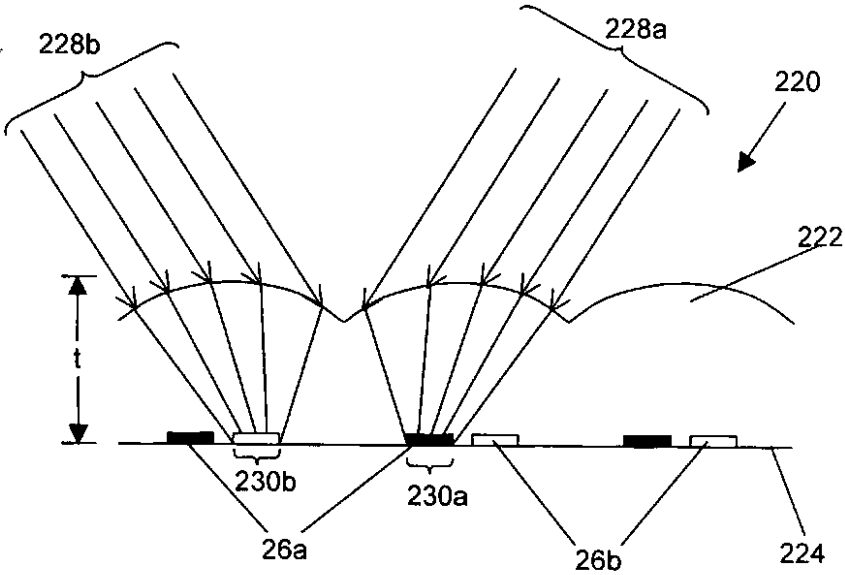


Figura 4

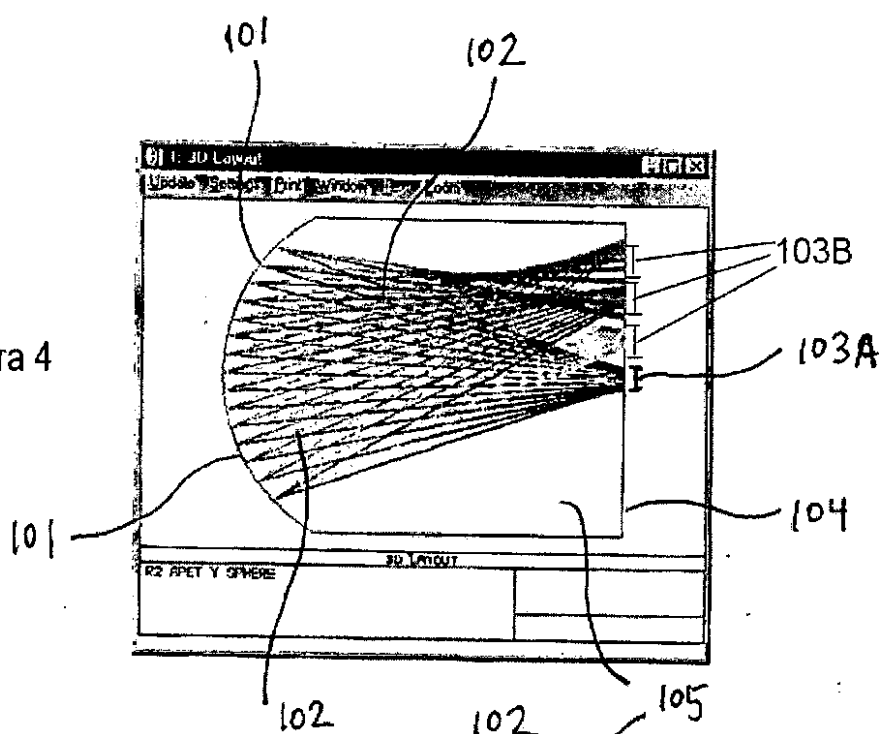
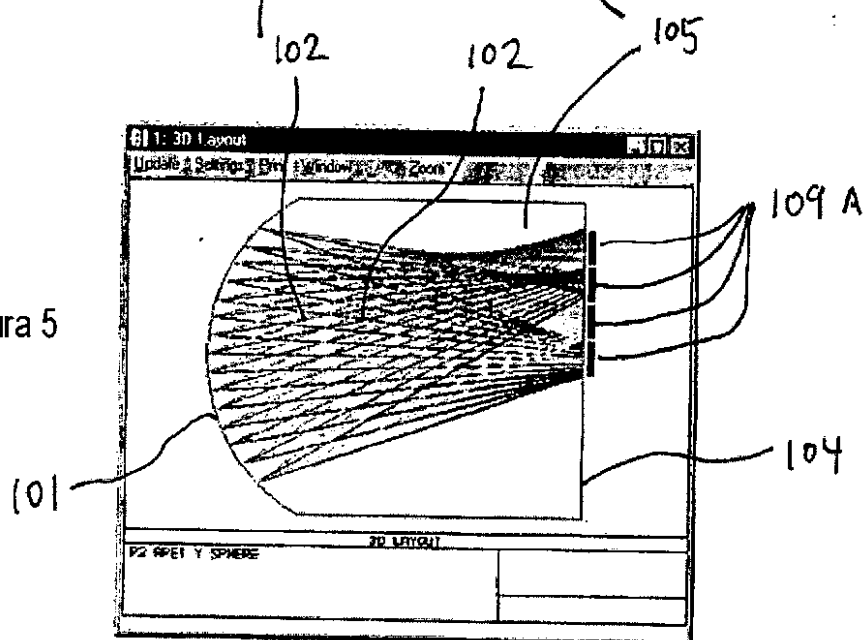


Figura 5



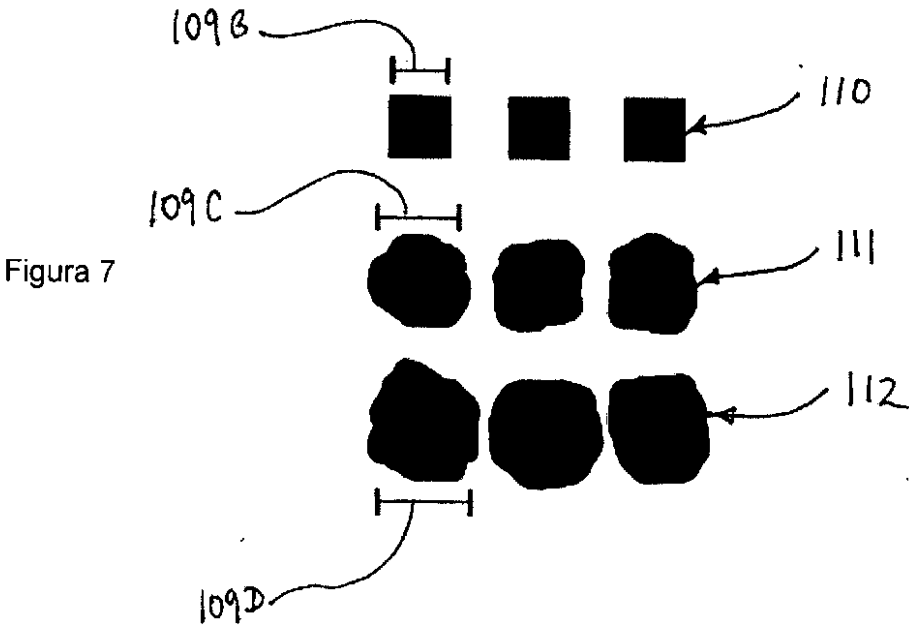
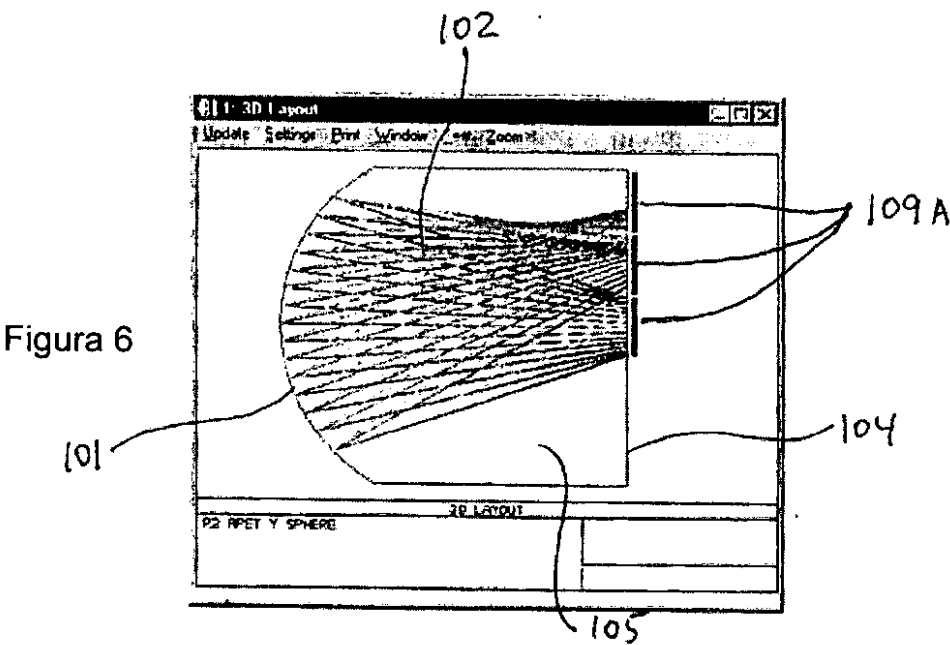


Figura 8

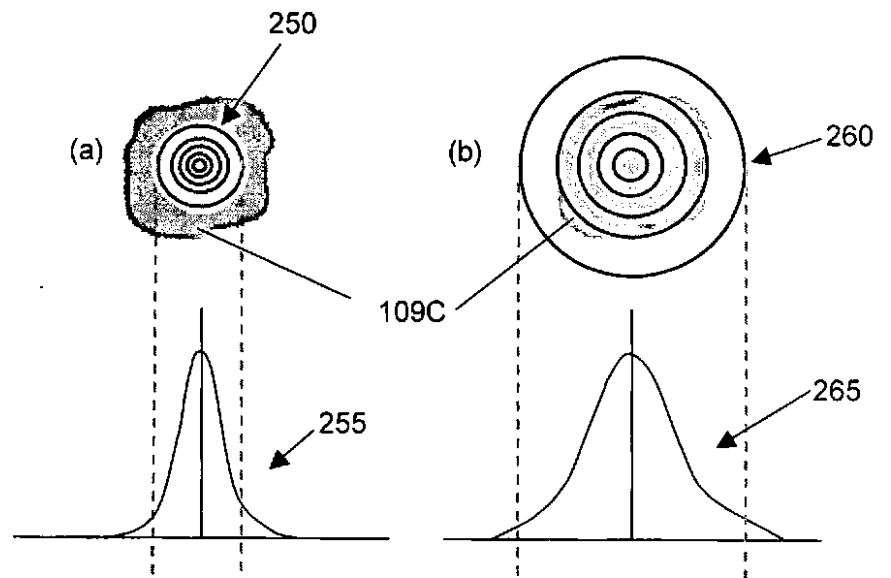


Figura 9

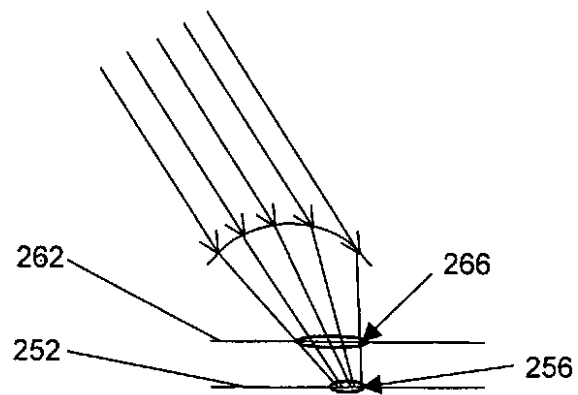


Figura 10(a)

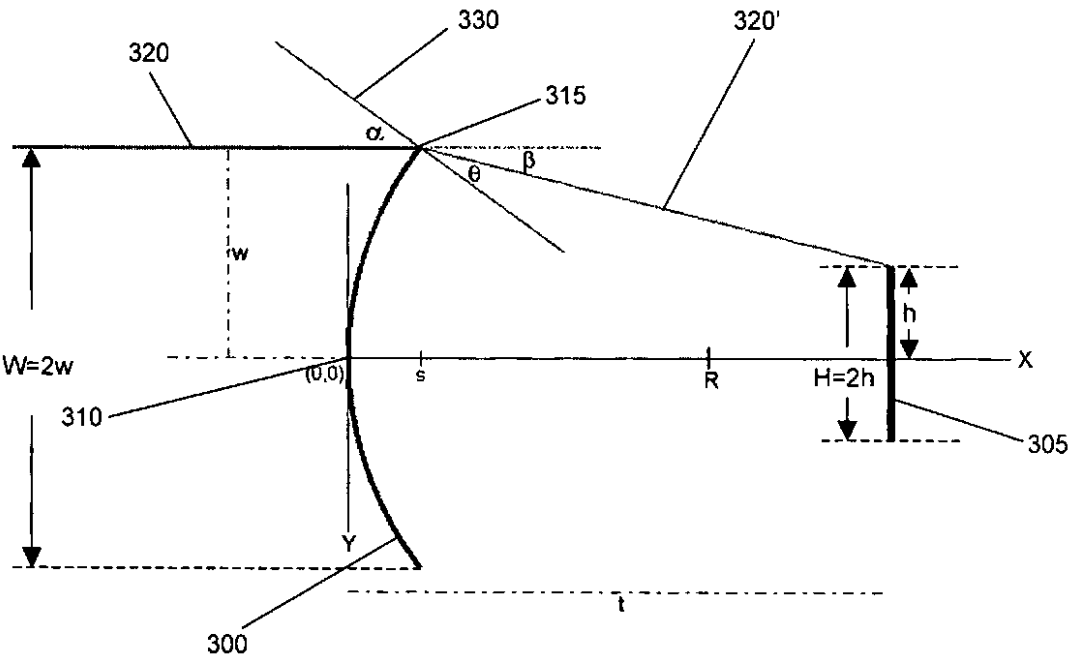


Figura 11

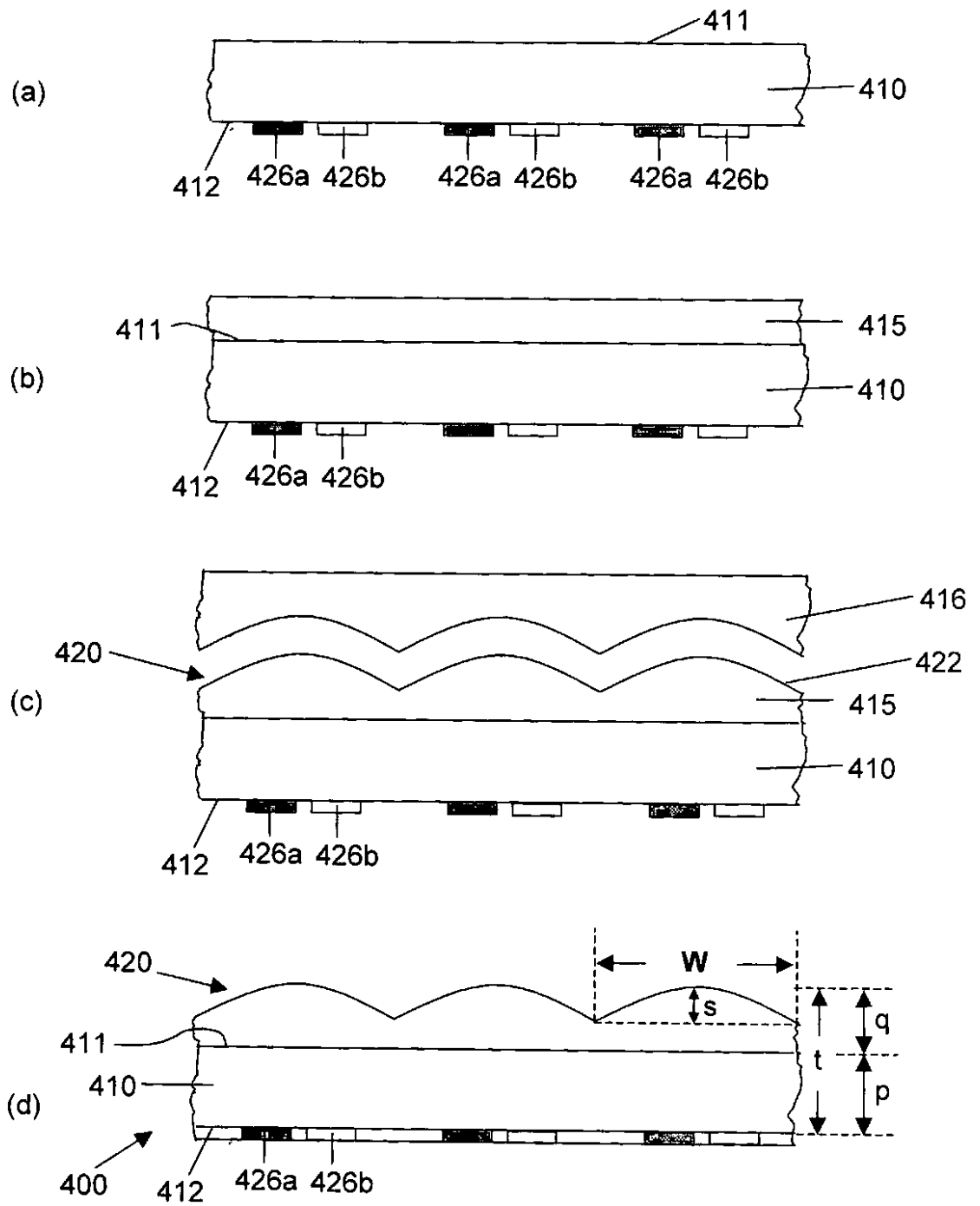


Figura 12

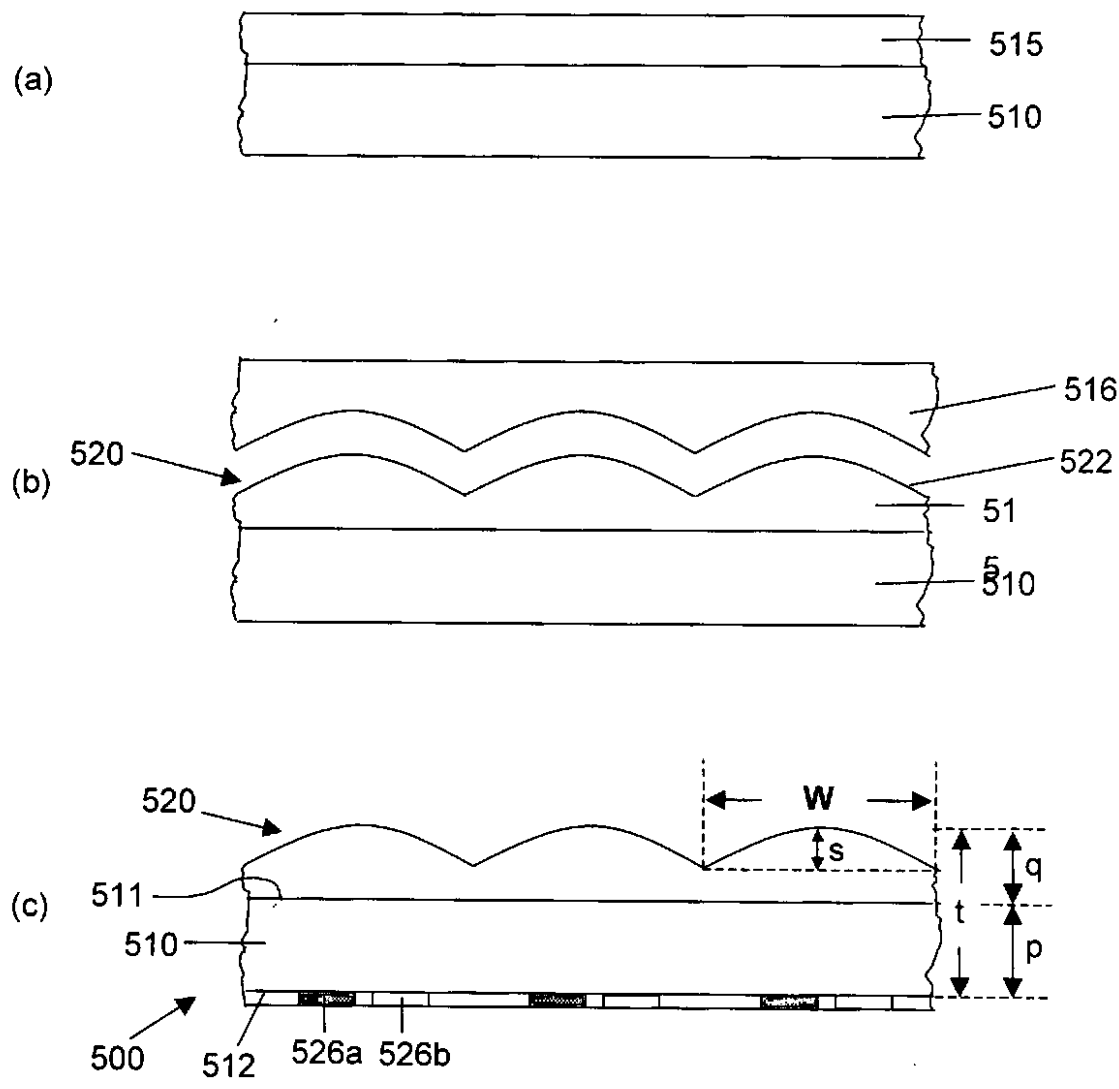


Figura 13

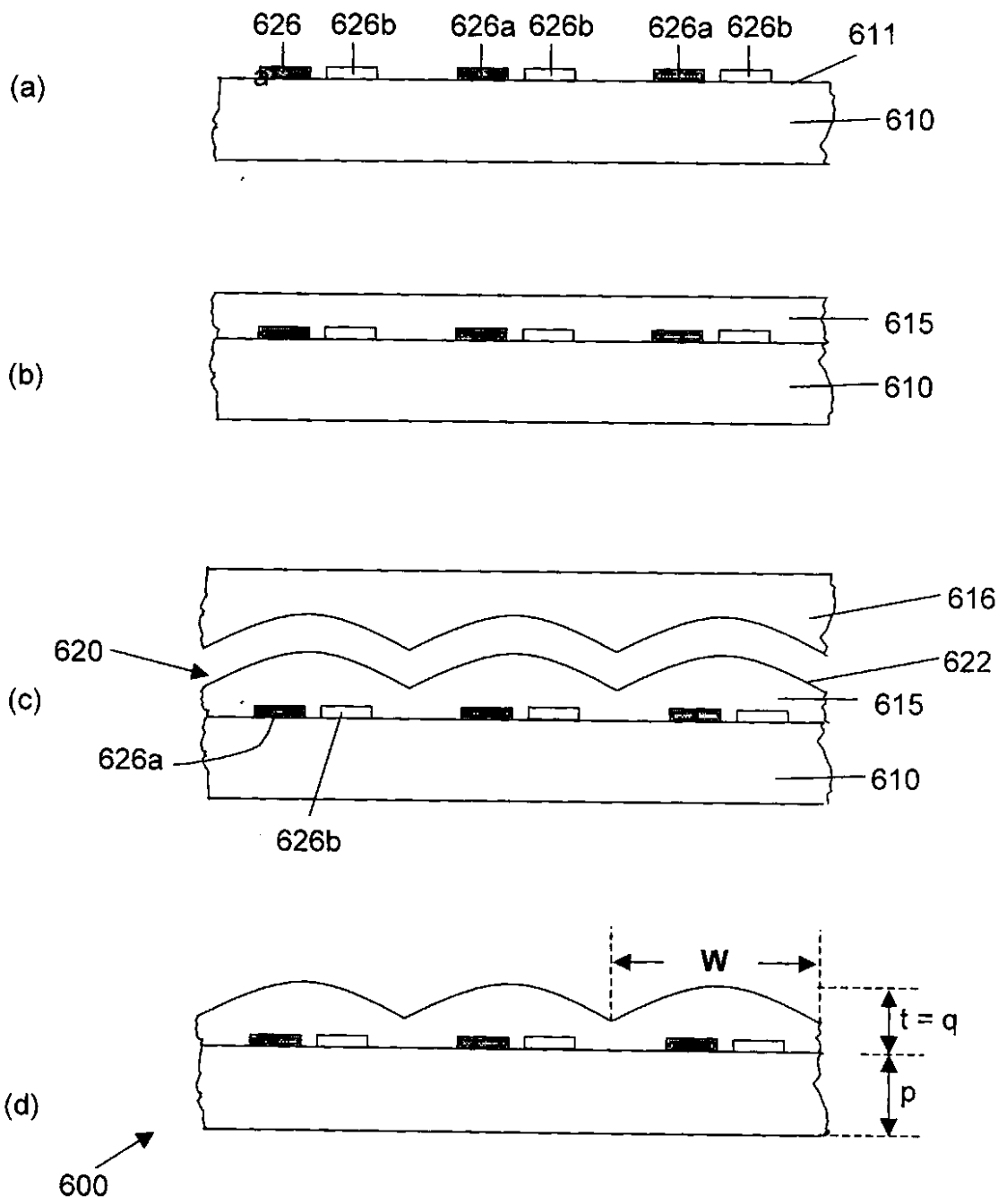


Figura 14

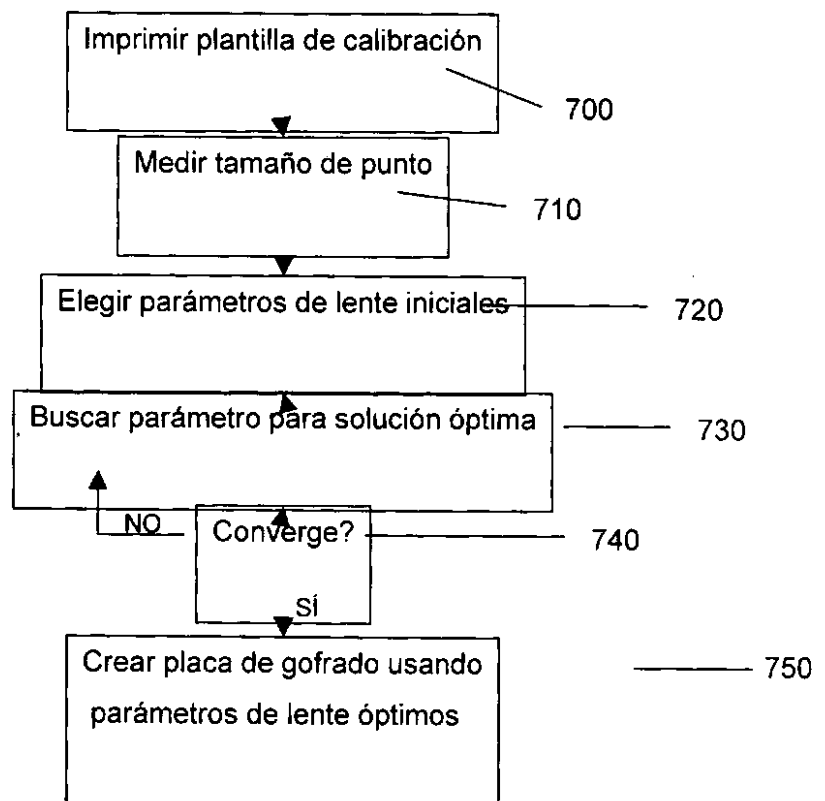
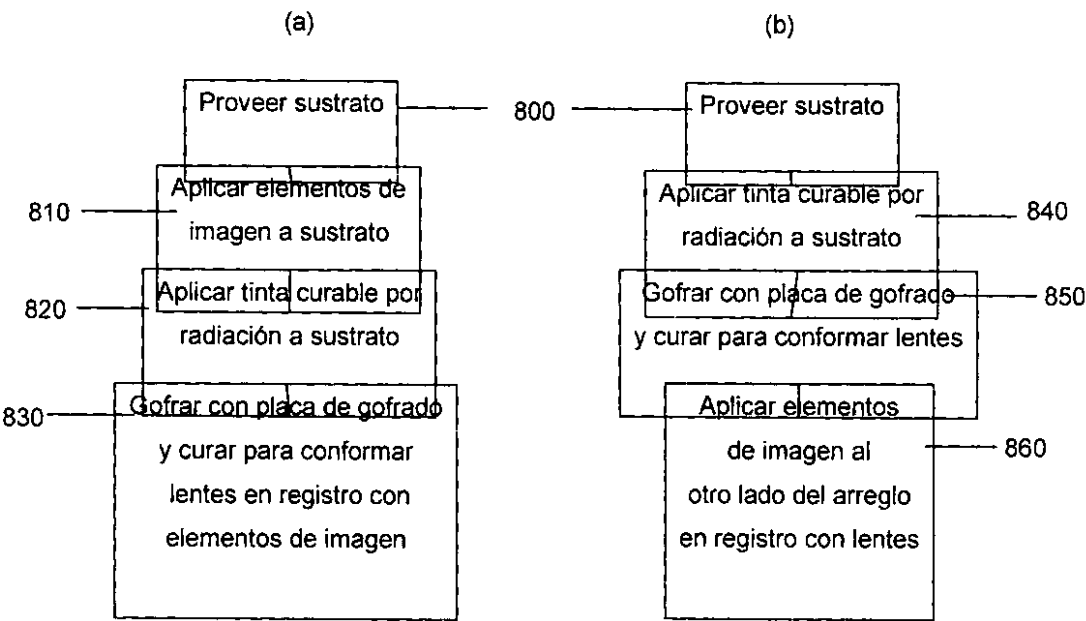


Figura 15



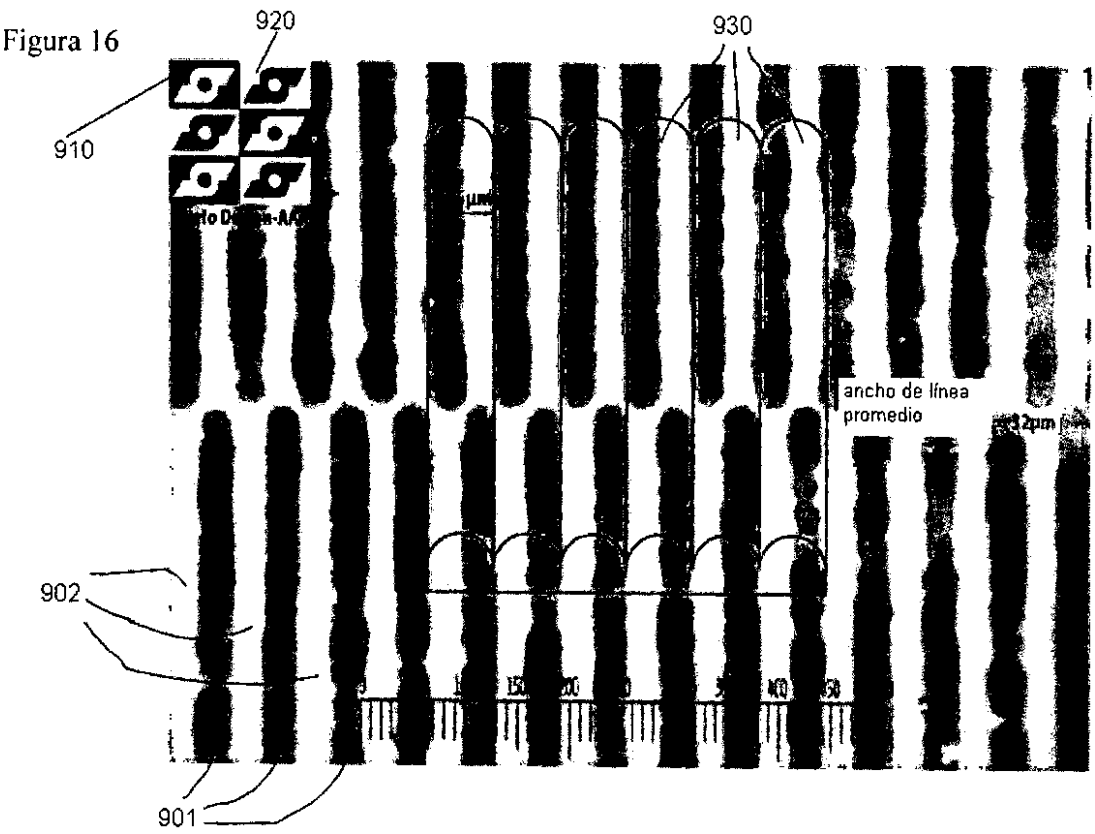
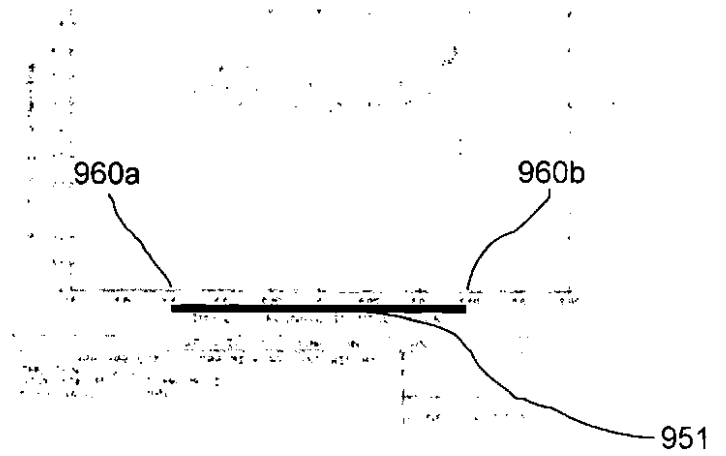
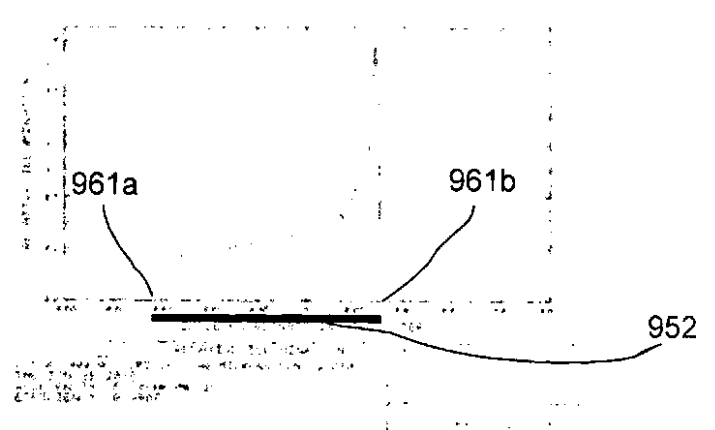


Figura 17

(a)



(b)





Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES
TARJETA ARCHIVO PROPIETARIOS

PATENTE DE INVENCION ____ PCT X MODELO DE UTILIDAD ____ DISEÑO INDUSTRIAL ____

(21) N° de solicitud: (22) Fecha de solicitud:

(51) Clasificación Internacional:

(71) Solicitante(s) **SECURENCY INTERNATIONAL PTY LTD.**

(72) Inventor(es) **JONATHAN A. MOON, DAVID E. ROBERTS**

(74) Apoderado: **DRA. MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO**

(30) Prioridad	(31)	No. Prioridad	(32)	Fecha	(33)	País
		61/157.309		04/03/2009		US

(85) Fecha inicio fase nacional:

(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT

Fecha de presentación de la solicitud: **03/03/2010**

No. de solicitud **PCT/AU2010/000243**

(87)

Publicación internacional

Fecha: **10/09/2010**

N° publicación: **WO 2010/099571 A1**

(54) Título: **MEJORAS EN METODOS PARA PRODUCIR DISPOSICIONES DE LENTES**

(21) N° de solicitud:	(51) Int. Cl.:
22) Fecha de solicitud:	(71) Solicitante(s) SECURENCY INTERNATIONAL PTY LTD
(30) Prioridad 31) N° Prioridad 32) Fecha 33) País 61/157.309 04/03/2009 US	(72) Inventor(es) JONATHAN A. MOON DAVID E. ROBERTS
	(74) Apoderado: MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO
(85) Fecha limite inicio fase nacional: (86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT Fecha de presentación de la solicitud: 03/03/2010 N° de solicitud PCT/AU2010/000243	(87) Publicación internacional Fecha: 10/09/2010 N° publicación: WO 2010/099571 A1
(54) Título: MEJORAS EN METODOS PARA PRODUCIR DISPOSICIONES DE LENTES	

Reivindicación(es):

1. Una disposición de lentes para la conformación de una pluralidad de elementos de imagen en un plano objeto, **CARACTERIZADO PORQUE** la disposición de lentes incluye una pluralidad de lentillas conformadas en o sobre un lado de un material translúcido o transparente con los elementos de imagen dispuestos en el lado enfrentado, donde la disposición de lentes tiene un grosor de calibre que corresponde a la distancia desde el ápice de cada lentilla al plano objeto, en donde cada lentilla tiene un conjunto de parámetros de lente con el grosor de calibre y/o al menos un parámetro de lente optimizado, de modo tal que cada lentilla tiene un tamaño de punto focal en el plano objeto que es substancialmente igual al tamaño de los elementos de imagen en el plano objeto o que varía a partir del tamaño de los elementos de imagen en una cantidad predeterminada.

2. Un método de fabricación de una disposición de lentes para la formación de una pluralidad de elementos de imagen en un plano objeto, donde la disposición de lentes incluye una pluralidad de lentillas, donde la disposición de lentes tiene un grosor de calibre que corresponde a la distancia desde el ápice de cada lentilla al plano objeto, CARACTERIZADO PORQUE el método incluye los pasos de: determinar un parámetro de escala que es representativo del tamaño de los elementos de imagen en al menos parte del plano objeto, usar el parámetro de escala para optimizar el grosor de calibre y/o al menos un parámetro de un conjunto de parámetros de lente para cada lentilla, y conformar la disposición de lentes con dicho grosor de calibre y dichos parámetros de lente en o sobre un lado de un material translúcido o transparente con los elementos de imagen dispuestos en el lado enfrentado del material translúcido o transparente, por lo cual, las lentillas tienen un tamaño de punto focal en el plano objeto que es substancialmente igual al tamaño de los elementos de imagen o que varía a partir del tamaño de los elementos de imagen en una cantidad predeterminada.

3. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **CARACTERIZADO PORQUE** el conjunto de parámetros de lente para las lentillas incluye dos o más de los siguientes: ancho de lente, índice de refracción, profundidad sagital, radio de curvatura, parámetro cónico y número de Abbe.

4. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **CHARACTERIZADO PORQUE** el grosor de calibre de la disposición de lentes se optimiza en relación con el tamaño de los elementos de imagen y el conjunto de parámetros de lente.

5. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, CARACTERIZADO PORQUE los parámetros de lente se optimizan en relación con el tamaño de los elementos de imagen y el grosor de calibre.

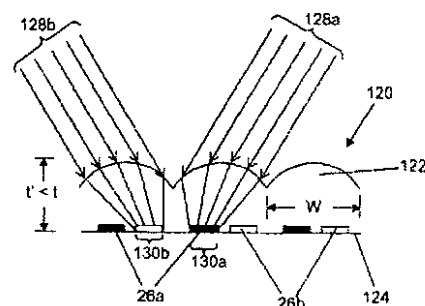
6. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con la reivindicación 4 o la reivindicación 5, CARACTERIZADO PORQUE el grosor de calibre de la disposición de lentes es menor que la distancia focal de todas las lentillas.

7. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE la cantidad predeterminada por la cual varía el tamaño de punto focal es menor que una variabilidad estimada en el tamaño de los elementos de imagen.

8. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con la reivindicación 7, CARACTERIZADO PORQUE la variabilidad estimada es la desviación estándar, la desviación absoluta media o el rango intercuartil del tamaño de los elementos de imagen.

9. Una disposición de lentes o un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO PORQUE la cantidad determinada por la cual varía el tamaño de punto focal a partir del tamaño de los elementos de imagen es de no más del 20% del tamaño ...

FIGURA 2





Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-113140- -00000-0000

ADA

Fecha: 2011-09-02 14:27:54
Tra. 11 PATENTEIYI
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASOR
Eve: 378 FASENACIONALI
Folios: 110

PATENTE DE INVENCION

☐

MODELO DE UTILIDAD

☐

Art. 33 Decisión 486/00

☐

Indicación que se solicita una patente

☐

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐

Descripción de la invención

☐

Dibujos de ser estos pertinentes

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)

Completa

☐

Incompleta

☐

PATENTE DE INVENCION PCT

☒

MODELO DE UTILIDAD PCT

☐

Art. 33 Decisión 486/00
Circular Única

☒

Indicación que se solicita una PCT

☒

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☒

Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)

☒

Dibujos de ser estos pertinentes

☒

Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)

Completa

☒

Incompleta

☐

DISEÑO INDUSTRIAL

☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐

Indicación que se solicita diseño industrial

☐

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐

Representación gráfica y fotográfica del Diseño Industrial o muestra del material que incorpora el diseño

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa

☐

Incompleta

☐

ESQUEMA DE TRAZADO

☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐

Indicación que se solicita un esquema de trazado

☐

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐

Representación gráfica de un esquema de trazado

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa

☐

Incompleta

☐