

P.- 35.307

RCA 57840



341726

**Memoria descriptiva**

**para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años**

**a nombre de RADIO CORPORATION OF AMERICA**

**entidad / de nacionalidad norteamericana,**

**con domicilio en 30 Rockefeller Plaza, Nueva York, N.Y. Estados Unidos de América**

**por: "UN METODO DE FABRICAR UN TUBO DE RAYOS CATODICOS"**  
**(Clase Internacional H01j)**



Este invento se refiere a tubos de rayos catódicos, y a la fabricación de los mismos, y en particular a tubos de rayos catódicos de color del tipo de máscara de sombras, que comprenden una pluralidad de cañones electrónicos, una máscara de sombras de aberturas múltiples, y una pantalla de mosaico de depósitos o puntos de elementos fosforescentes de color dispuestos u ordenados sistemáticamente.

Los puntos fosforescentes de la pantalla de uno de tales tubos pueden ser dispuestos en grupos de puntos de elementos fosforescentes que emiten en colores diferentes, mediante una técnica de impresión fotográfica directa, en que un recubrimiento fotosensible en el panel de la placa frontal del tubo electrónico es expuesto a través de las aberturas de la máscara a una fuente puntual de luz. El recubrimiento es luego revelado, como por lavado de las partes no expuestas y no endurecidas, dejando un patrón deseado de puntos expuestos endurecidos. Este procedimiento se repite para cada elemento fosforescente que emite color. La máscara de sombras está de preferencia montada de manera soltable en el panel de la placa frontal de modo que pueda ser fácilmente quitada y sustituida exactamente en la misma posición cada vez. Polvos fosforescentes pueden ser mezclados, por ejemplo, directamente con cada recubrimiento fotosensible antes de la aplicación a la placa frontal, o bien ser aplicados al recubrimiento después de que este último ha sido expuesto.

En el funcionamiento del tubo electrónico, los haces electrónicos son sometidos a campos electrostáticos o magnéticos para proporcionar desviación horizontal y verti-



cal de los haces y para mantener la convergencia de los  
haces cerca de la pantalla durante la desviación. Esos  
campos afectan a las trayectorias de los haces de elec-  
trones y por consiguiente a las trazas o puntos de inciden-  
5 cia de los haces en la pantalla, de tal manera que los ra-  
yos de luz de impresión en la pantalla no son afectados.  
Así, a menos que se efectúe una compensación de las di-  
ferencias entre las trayectorias de los haces y las tra-  
yectorias de los rayos de luz, resultará una grave falta  
10 de coincidencia de las trazas de los haces y los puntos  
fosforescentes. En lo que sigue, la designación usual de  
las trazas de electrones y de los puntos fosforescentes  
será, sencillamente, como trazas y puntos, respectivamen-  
te

15 Un tubo de máscara de sombras bien conocido pa-  
ra televisión color tiene tres cañones en disposición trian-  
gular en torno al eje geométrico del tubo electrónico, y  
un trio diferente de puntos fosforescentes que emiten en  
colores diferentes sobre la pantalla para cada abertura  
20 a través de la máscara. Los tríos de elementos fosfores-  
centes tienen una disposición triangular, estando cada  
punto de un trio sustancialmente alineado a través de la  
abertura asociada con uno diferente de los haces de elec-  
trones, No obstante, se produce una falta de coincidencia  
25 de las trazas de los haces con los correspondientes pun-  
tos fosforescentes cuando un trio de trazas de haces es  
desplazado como una unidad radialmente hacia fuera desde  
el centro de la pantalla, separándose de su trio de pun-  
tos asociado. Ello es originado por un desplazamiento axial  
30 de los centros de desviación de los haces hacia la pantalla



al aumentar los ángulos de desviación, y se denomina "falta de coincidencia radial".

5 También se produce falta de coincidencia de las trazas de los haces y de los puntos fosforescentes cuando las trazas individuales de un trío de trazas se mueven todas separándose entre sí. Ello es originado principalmente por la aplicación de campos dinámicos de convergencia, y se denomina "falta de coincidencia por desagrupamiento". La falta de coincidencia se produce cuando las trazas de los haces son deformadas separándose de la disposición equilateral. Ello es debido al efecto no uniforme de los campos de desviación de la exploración de cuadrícula rectangular sobre los haces descentrados. También se produce falta de coincidencia cuando los puntos fosforescentes de un trío son deformados en sentido de separarse de la disposición equilateral, debido a las características inherentes del sistema de impresión de puntos. Estos tipos de falta de coincidencia se denominan "faltas de coincidencia astigmáticas".

15  
20 Se produce falta de coincidencia cuando un punto fosforescente y su traza de haz asociado son movidos individualmente distancias diferentes con relación a los centros de sus tríos respectivos, debido a una disminución aparente de la separación de las fuentes de iluminación de impresión de puntos y de los haces de electrones, con respecto al eje geométrico central, al aumentar los ángulos de desviación. Esta falta de coincidencia se denomina "falta de coincidencia por escorzo o perspectiva".

25  
30 Otras fuentes de faltas de coincidencia de las trazas y de los puntos incluyen efecto del campo magné-

28.6.67



tico terrestre sobre las trayectorias de los haces de electrones, y el efecto de la deformación de la placa frontal cuando se hace el vacío en el tubo.

5 En la fabricación comercial de los tubos electrónicos de la técnica anterior del tipo descrito, se ha provisto en un cierto grado compensación para las faltas de coincidencia radial, por desagrupamiento y por escorzo, en forma de una configuración geométrica de tubo seleccionada y mediante el uso de métodos y aparatos de impresión de pantalla únicos. Un ejemplo de tal compensación puede verse en la Patente para los Estados Unidos de América número 2.885,935, expedida con fecha 12 de mayo de 1959. En esta Patente se preconiza que puede obtenerse una corrección óptima para las faltas de coincidencia por 10 desagrupamiento y radial mediante (a) el uso de un montaje de máscara a pantalla en que el espaciamiento entre la máscara y la pantalla varía de un modo particular, desde un máximo a lo largo del eje geométrico del tubo central hasta un mínimo junto al borde del conjunto a una distancia dada desde el centro de la pantalla, y (b) la interposición, en la trayectoria de la luz desde la fuente de 15 iluminación hasta la máscara en el aparato de impresión de pantalla, o "faro" de una lente o dispositivo especial de refracción de la luz, que tiene un solo plano central de simetría. No obstante, tal lente proporciona coincidencia aceptable de las trazas de los haces y los puntos fosforescentes en tubos electrónicos de color que tienen un ángulo máximo de desviación del haz del orden de  $70^\circ$  y sólo a lo largo de dicho eje de simetría. Por lo que respecta a los tubos electrónicos en que se usan mayores ángulos de desviación, por ejemplo, de  $90^\circ$ , y que tienen una pan-



talla de forma no circular, por ejemplo rectangular, la magnitud de la falta de coincidencia producida por la luz refractada por la lente en las regiones que no están en el eje de simetría, puede exceder de las tolerancias deseables.

5

En consecuencia, el presente invento realiza un tubo de rayos catódicos mejorado, del tipo de máscara de sombras, en que los puntos fosforescentes son depositados mediante un procedimiento de impresión por luz, en que se obtiene coincidencia aceptable de las trazas de los haces y de los puntos fosforescentes en toda la pantalla del tubo electrónico. El invento incluye un método mejorado de fabricar una lente correctora para uso en la fabricación del tubo de rayos catódicos mejorado.

10

15

La fabricación del tubo que realiza el invento incluye imprimir la pantalla de puntos fosforescentes en un "faro" que usa una o más lentes especiales diseñadas de acuerdo con este invento para producir corrección o compensación aceptables para todas las causas de falta de coincidencia en la totalidad de la superficie de la pantalla. En el caso de un cinescopio de tres colores con tres haces, se usa una lente diferente para imprimir el patrón de puntos para cada color. No obstante, podría usarse el invento para fabricar una pantalla de puntos para un tubo electrónico con solamente un haz y una clase de puntos fosforescentes.

20

25

30

Una realización del invento incluye el método de fabricar un tubo de rayos catódicos que tiene una pantalla fosforescente de mosaico que comprende una ordenación de elementos fosforescentes individuales, una máscara

28.6.67

- 6 -

341726



de sombras de aberturas múltiples espaciada de dicha pantalla, y medios para proyectar un haz de electrones a través de las aberturas de dicha máscara y en dicha pantalla, mediante un procedimiento fotográfico directo que comprende las operaciones de (a) aplicar una capa fotosensible a dicho soporte de pantalla, (b) proyectar rayos de luz desde una fuente sustancialmente puntual a lo largo de trayectorias a través de dichas aberturas, (c) refractar ópticamente dichos rayos entre dicha fuente y dicha capa para exponer un área individual de dicha capa en cada uno de una multiplicidad de puntos predeterminados distribuidos sobre la totalidad del área de la pantalla, de tal manera que se proporcione una compensación aceptable para todas las condiciones que, de lo contrario, podrían originar falta de coincidencia entre dichas áreas individuales y las trazas de incidencia sobre ellas de los electrones de dicho haz, y (d) revelar dicha capa para producir dicha ordenación de elementos individuales sobre dicho soporte.

La lente que realiza el invento para uso en la impresión de un patrón de puntos de color sobre la placa de pantalla de un tubo electrónico de clase dada, como, por ejemplo, un cinescopio de color rectangular de 482 mm con una desviación de 90°, puede efectuarse mediante las operaciones siguientes:

(1) Se fabrica una placa frontal de curvatura dada, por ejemplo esférica;

(2) Se fabrica una máscara de sombras de aberturas múltiples de curvatura deseada;

(3) Se imprime un patrón de puntos fosforescentes sobre la placa frontal aplicando una capa fotosensible



sobre la placa frontal aplicando una capa fotosensible a la placa frontal, montando la placa frontal y la máscara en relación espaciada predeterminada, exponiendo la capa fotosensible a los rayos de luz que pasan a través de las aberturas de la máscara, y revelando la capa para eliminar las partes no expuestas;

(4) La máscara y la placa frontal expuesta se incorporan en un tubo de rayos catódicos completo, operante;

(5) Mientras el tubo electrónico es hecho funcionar con un haz de electrones que explora el patrón de puntos impresos, se miden, en cada uno de una multiplicidad de puntos de datos distribuidos sobre toda la superficie de la pantalla, la dirección y la magnitud de la falta de coincidencia de las trazas de los haces y de los puntos fosforescentes correspondientes;

(6) El número total de puntos de datos puede ser multiplicado, por ejemplo a 250-300 puntos, interpolando puntos de datos adicionales situados entre los puntos en que se han efectuado las mediciones;

(7) Para cada uno de los puntos de datos de las operaciones (5) ó (6), usando la correspondiente falta de coincidencia de la traza del haz y del punto fosforescente en ese punto, se determina la pendiente tridimensional requerida en un punto correspondiente sobre la superficie de una lente teórica, la cual, si se usa en una operación de impresión posterior, compensaría o corregiría sustancialmente la falta de coincidencia en ese punto de datos. Esas pendientes se convierten de preferencia en vectores normales a la superficie de la lente;



(8) La superficie teórica de la lente de la operación (7) se aproxima adaptando un polinomio de dos variables a las pendientes calculadas de los vectores normales para obtener una representación de una superficie continua de la lente que hay que hacer;

(9) La representación superficial polinómica de dos variables de la operación (8) se convierte en una o más cintas para controlar una fresadora de "control numercial" (NC);

(10) Se fabrica un molde de lente con la máquina fresadora NC y la cinta para la superficie de lente deseada; y

(11) Se curva en el molde la lente deseada.

La operación (3) de impresión puede ser llevada a cabo sin usar lente alguna en el "faro", en cuyo caso la lente producida podría usarse sólo en un "faro" para imprimir la pantalla fosforescente (de un color) para un tubo comercial. No obstante, el método se lleva a la práctica usando al menos una lente de configuración conocida en la operación (3), en cuyo caso la representación de esta lente es incorporada en la operación (7), y la nueva lente resultante se usa en combinación con la primera lente para fabricar tubos comerciales. Alternativamente, podrían usarse una o más lentes en la operación (3) y podría fabricarse una nueva lente para ser sustituida en lugar de una o más de las primeras lentes en los tubos de fabricación, cuyas nuevas lentes incorporarían las propiedades de refracción de la lente original de la operación (3).

En el procedimiento de fabricación de lentes co-

341726



5 rrectoras para uso en la fabricación de tubos de tres co-  
lores, se repite la operación (3) para imprimir cada pa-  
trón de puntos de colores antes de la operación (4), y las  
mediciones de falta de coincidencia de la operación (5)  
3 se efectúan de preferencia simultáneamente para los tres  
colores. No obstante, las operaciones posteriores se lle-  
van a cabo independientemente para cada color, a fin de  
producir tres lentes diferentes, una para cada color.

Cada lente final resultante del procedimiento  
10 descrito brevemente en lo que antecede se ensaya, antes  
de ser usada comercialmente, usándola para imprimir un  
patrón de puntos en la placa frontal de un tubo experimen-  
tal, haciendo funcionar el tubo, y midiendo de nuevo la  
falta de coincidencia en los mismos puntos o en puntos di-  
15 ferentes. En la mayoría de los casos, la magnitud de la  
falta de coincidencia está dentro de límites o de tole-  
rancias predeterminadas, y por consiguiente es aceptable  
en el aspecto comercial. En el caso de que la falta de coin-  
cidencia residual en este ensayo no sea aceptable, se re-  
20 pite todo el procedimiento, usando en la operación (3) la  
última lente fabricada, para producir una nueva lente ca-  
paz de producir tubos con coincidencia aceptable sobre la  
superficie de la pantalla.

Se describirá una realización del invento con  
25 mayor detalle en relación con los dibujos que se acompañan,  
en los que:

La figura 1 es una ilustración esquemática de un  
tubo de rayos catódicos de máscara de sombras de tres ha-  
ces, mostrando las causas de las faltas de coincidencia  
30 radial y por desagrupamiento, entre las trazas y puntos;

341726

28.6.67



La figura 2 es un corte axial parcial de un aparato de "faro" que puede ser usado en la puesta en práctica del método del invento; .....

5 La figura 3 es una vista en planta de una placa frontal de tubo de rayos catódicos mostrando una distribución de puntos en los cuales puede medirse la falta de coincidencia; .....

10 Las figuras 4 y 5 son vistas esquemáticas; parcialmente en corte en el plano de la figura 2, para ser usadas en la explicación de la operación de impresión de puntos;

La figura 6 es un corte transversal a través de un molde de lente fabricado de acuerdo con el invento, y de una placa de vidrio para ser curvada en el molde;

15 La figura 7 es una vista similar a la de la figura 6 después de la operación de curvado; y

La figura 8 es un corte transversal de la lente acabada.

20 La figura 1 ilustra un tubo de rayos catódicos del tipo descrito que comprende una envuelta 10 que contiene en ella tres cañones electrónicos 11, 12 y 13 los cuales pueden estar dispuestos, por ejemplo, en un mismo plano o en una disposición triangular, para proyectar tres haces de electrones hacia un panel 14 de placa frontal.  
25 Se usa corrientemente una ordenación triangular en delta dispuesta simétricamente alrededor del eje geométrico central A-A del tubo.

30 Para una ordenación de cañones en delta, la máscara 15 está formada con un gran número de aberturas espaciadas por igual de tamaños uniformes. Sobre la superficie

341726



interior del panel 14 de placa frontal hay provista una pantalla 14a de mosaico que comprende una multiplicidad de puntos fosforescentes ordenados o dispuestos de un modo similar, habiéndose provisto un trío de tres puntos, cada uno de un elemento fosforescente emisor de un color diferente, para cada abertura 15a en la máscara 15.

En el funcionamiento del tubo, son proyectados tres haces de electrones separados desde los tres cañones 11, 12 y 13 y son dirigidos para converger en un punto de cruce cerca de la pantalla 14a en virtud de la disposición mecánica de los cañones y/o de las fuerzas de convergencia generadas por los medios 16 de convergencia. Los tres haces son explorados simultáneamente sobre la superficie de la pantalla formando una cuadrícula rectangular. Los haces que se aproximan a la máscara 15 y a partes de la misma pasan a través de las aberturas 15a de máscara. Cada haz excita a un punto emisor de un color diferente de cada trío de puntos.

En la figura 1, los números 18, 20 y 22 indican las trayectorias de tres haces que pasan a través de una abertura central de la máscara cuando no son aplicadas fuerzas de desviación a los haces. Con desviación de haz nula, los centros de desviación 24, 25 y 26, de los haces 18, 20 y 22 están en un plano P-P perpendicular al eje geométrico del tubo central A-A, cuyo plano está aproximadamente en el centro axial del yugo de desviación 17. Este plano se designa como el plano de desviación del tubo para desviación de haz nula.

Cuando los haces son desviados separándose de las trayectorias 18, 20 22 para adoptar las posiciones de

28.6.67

341726



trayectoria de haz 28, 29, 30, los haces, en ausencia de campos de convergencia dinámica aplicados a ellos, convergerán para cruzarse antes de llegar a la pantalla 14a. Para evitar tal cruce prematuro, los haces son separados entre sí por campos de convergencia dinámicos establecidos por unos medios de convergencia 16. Por ejemplo, las líneas de trazos 28' y 30', por comparación con las trayectorias de haz 18 y 22, ilustran la separación que experimentan los haces procedentes de los cañones 11 y 13 cuando son desviados por los medios de desviación 17 para seguir las trayectorias 28 y 30.

Para un haz desviado, el centro de desviación se define como el punto de intersección de la trayectoria de haz no desviada y de la proyección hacia atrás de la trayectoria del haz después que el haz sale de la influencia del campo de desviación. Así, los centros de desviación de los haces electrónicos desviados que siguen las trayectorias 28, 29 y 30 se han indicado respectivamente por los puntos 32, 33 y 34.

Como se ha indicado en la figura 1, cuando los haces de electrones son desviados desde el centro de la pantalla, y se ha provisto una separación de haces de convergencia apropiada, los centros de desviación de los haces se mueven a un tiempo hacia delante y hacia fuera a los nuevos puntos 32, 33, 34 y el plano de desviación P-P se mueve hacia delante en una distancia correspondiente, a un nuevo plano P'-P'. El centro de desviación de cada haz define pues un lugar geométrico de puntos a lo largo de una trayectoria. El desplazamiento hacia adelante de los centros de desviación a lo largo del eje geométrico A-A del



tubo es originado por la desviación de los haces por el yugo 17 separándose de la parte central de la pantalla, y el desplazamiento hacia fuera desde el eje geométrico A-A es originado por la separación de las trayectorias de los haces por los campos de convergencia dinámicos producidos por los medios de convergencia 16.

Como resultado del desplazamiento axial hacia adelante de los centros de desviación, las trazas de incidencia de los tres haces son desplazadas radialmente hacia fuera desde el centro de la pantalla 14a, siendo el desplazamiento radial sustancialmente igual para cada traza de un trio dado. Este desplazamiento hacia adelante de los centros de desviación con desviación hacia fuera de los haces dará por resultado falta de coincidencia de las trazas de los haces con respecto a los puntos fosforescentes impresos en un faro que tiene la fuente luminosa en el centro de desviación cero para cada color, sin lente correctora.

Como resultado del desplazamiento hacia fuera de los centros de desviación separándose del eje geométrico del tubo, el trio de trazas de haz serán separadas entre sí, o desagrupadas, en las partes exteriores de la pantalla 14a. A menos que se compense, los tríos de trazas de haz en esas partes de la pantalla serán mayores que los puntos fosforescentes impresos, originando falta de coincidencia por desagrupamiento. Tanto la falta de coincidencia radial como la falta de coincidencia por desagrupamiento aumentan en función del aumento de la distancia desde el centro de la pantalla.

Con objeto de imprimir fotográficamente pantallas



5 con puntos fosforescentes con coincidencia aceptable de las trazas de los haces y de los puntos fosforescentes, es necesario incorporar una o más lentes correctoras en el faro impresor de la pantalla, para compensar todas las diversas causas de falta de coincidencia. Como se ha indicado en lo que antecede, en la técnica anterior se han producido una compensación y coincidencia sustanciales sólo para el desagrupamiento medio a lo largo de una sola sección de la lente usada, existiendo sólo compensación parcial en el resto de la lente (y de la pantalla).

10 La figura 2 ilustra un aparato de fero típico del tipo normalmente usado para imprimir una pantalla de puntos fosforescentes de un tubo de rayos catódicos. El faro 110 comprende una caja 111 abierta por la parte superior que tiene un resalto 112 en el cual está dispuesto el panel 14 de placa frontal de forma de taza del tubo de rayos catódicos. El panel 14 está adaptado para ser luego unido herméticamente en su extremo abierto 115 a otro miembro (no representado en la figura 2) para formar un bulbo de tubo de rayos catódicos terminado. El panel 14 incluye una superficie 14b para soportar la pantalla fosforescente 14a de la figura 1 y una pluralidad de espárragos 118 sobre los cuales está montada de manera separable la máscara 15 de sombras provista de aberturas (figura 1). Antes de montar el panel 14 en la caja 111, se recubre la superficie 14b con un material de fotoreserva usual, tal como alcohol polivinílico sensibilizado con dicromato amónico.

25 En la superficie exterior del panel 14 hay una pluralidad de salientes 119 que cooperan con rebajos de acoplamiento en la caja 111, con lo que el panel 14 puede

341726



ser situado según una orientación prescrita en el faro 110.

En la base de la caja 111 hay un alojamiento 120 que contiene una lámpara 121 y un colimador o conductor de luz estrechado 122. La lámpara 121 puede ser, por ejemplo, un dispositivo emisor de luz ultravioleta tal como una lámpara de arco de mercurio de alta presión, de un kilovatio, de la General Electric Company, tipo BH6. El colimador 122 está situado encima de la lámpara UV 121 y se estrecha a medida que se separa de ella hasta una pequeña área o "punto" 124. El punto 124 está situado en un plano seleccionado de desviación a una distancia determinada del eje geométrico central A-A del panel 14. La sección de la figura 2 se ha tomado por el plano que pasa a través del eje geométrico central A-A y la fuente puntual 124. El alojamiento 120 puede estar montado, como se ha ilustrado, sobre una mesa giratoria 125, la cual puede ser orientada en una pluralidad de posiciones predeterminadas. Se han provisto medios, incluyendo un émbolo 126 cargado por resorte, que cooperan con las depresiones de acoplamiento en el reborde de la mesa 125 para fijar la mesa en esas posiciones. Tal orientación de la mesa 125 y del alojamiento 120 está prevista para situar selectivamente la fuente de luz 124 en una situación diferente para cada una de las exposiciones de impresión de puntos requerida.

Un ménsula 127 dispuesta entre la fuente de iluminación 124 y el panel 14 está soportada sobre una pluralidad de patas 128 desde la mesa 125. La ménsula 127 tiene una abertura 129 en ella, frente a la fuente de iluminación 124, a través de la cual puede estar dispuesta una lente o elemento de refracción de luz 130. La lente 130 es así

341726



mantenida en una relación angular fija con respecto a la fuente de iluminación 124 cuando es movida esta última.

5 Alternativamente, puede omitirse la mesa 125, montarse directamente el alojamiento 120 sobre la base de la caja 111, y montarse directamente la ménsula 127 sobre la pared de la caja. En tal caso la fuente de iluminación 124 y la lente 130 están fijas. Se han provisto pues una pluralidad de tales faros 110 para efectuar la pluralidad de exposiciones de impresión de puntos requerida sobre un panel 14 de placa frontal dado.

10 De acuerdo con los métodos usuales de impresión de pantalla, la fuente de iluminación para cada exposición de puntos fosforescentes está situada sustancialmente en un "centro de color de primer orden" del haz. Puede definirse un centro de color de primer orden como la intersección de una línea que se extiende a través de los centros, respectivamente, de un punto fosforescente dado y su abertura de máscara asociada con el plano de desviación asociado con el punto fosforescente dado. La expresión abertura asociada se refiere a la misma abertura por la que pasa el haz para excitar el punto fosforescente dado. La patente para los EE. UU. número 3.282.691 expedida con fecha 1 de noviembre de 1966, describe un método de impresión de pantalla de puntos en que la fuente de iluminación está dispuesta en un centro de color de orden segundo (o superior), desplazada lateralmente en el plano de desviación en una distancia predeterminada, desde la cual los rayos de luz pasan a través de una abertura de máscara diferente de la abertura de haz de electrones asociada con el punto que ha de ser impreso. Esta disposición compensa por sí

341726



misma la mayoría de los efectos de desagrupamiento y mejora la coincidencia de trazas y puntos individuales en la pantalla.

5 El presente invento puede ser usado con impresión con centros de color de primer orden o de orden superior. En el ejemplo ilustrado y descrito, se usará, para mayor simplicidad, impresión de centro de color de primer orden. Así, en la figura 2, la fuente de iluminación 124 está situada sustancialmente en un centro de color de primer  
10 orden. Ese centro está desplazado una distancia  $d$  del eje geométrico central A-A, según viene determinado por la fórmula  $q = \frac{La}{3d}$ , donde  $q$  es la separación de máscara a pantalla a lo largo del eje geométrico central,  $L$  es la distancia entre el centro de color y la pantalla 116 sobre  
15 el eje geométrico central, y  $a$  es la separación entre aberturas de máscara.

La lente 130 en la figura 2 podría ser cualquier lente conocida que sea utilizable para compensación o corrección parcial de los diversos errores de haz o de impresión implicados. De preferencia se selecciona una lente  
20 que se sepa que produce la máxima corrección posible, haciendo con ello mínima la corrección adicional requerida. En el presente ejemplo, se supondrá que la lente 130 es una lente conocida fabricada de acuerdo con la patente para los EE.UU. número 2.885.935 para proporcionar corrección  
25 sustancial para ambos errores, el radial y el de desagrupamiento, a lo largo de su eje de simetría.

La primera operación en el procedimiento de desarrollar una nueva lente para un nuevo tipo de tubo, tal  
30 como un tubo de color de 90° rectangular de 482 milímetros,

28.6.67

341726



es la selección y/o fabricación de un panel 14 de placa frontal del contorno dado. Las placas frontales para los tubos de 482 milímetros y 381 milímetros son caso esféricas, en comparación con el contorno complejo de las placas frontales de los tubos de 635 milímetros anteriores. Por ejemplo, la superficie interior 14b puede tener un radio esférico de 681 milímetros. A continuación se fabrica una máscara de sombras 15 para uso con la placa frontal elegida 14. De preferencia, el contorno de la máscara 15 se hace tal que cuando esté montado sobre el panel, la separación  $q'$  entre ellos, medida a lo largo de la trayectoria del haz, varíe desde un valor máximo predeterminado, por ejemplo de unos 10 milímetros, en el centro, hasta un valor menor predeterminado para un radio dado junto al borde de la pantalla. Esta variación de  $q'$  dá por resultado que los tamaños de los trios de trazas de haces y los trios de puntos fosforescentes en el tubo acabado sean sustancialmente iguales en toda la superficie de la pantalla. Con el radio de panel dado en lo que antecede puede usarse una máscara que tenga un radio esférico de 692,6 mm.

El panel 14 seleccionado y la máscara 15 se montan en el faro con la lente 130 como en la figura 2, con un recubrimiento fotosensible sobre la superficie 14b de la placa frontal, y se imprime y se revela un patrón de puntos de la manera usual sobre la superficie 14b. Este puede ser, por ejemplo, el patrón de puntos que emiten verde. Luego puede repetirse el procedimiento de impresión para añadir los patrones de puntos rojos y azules. Para cada patrón puede usarse en esta operación la misma lente 130, si se desea.

341726



El conjunto del panel 14 impreso y de la máscara 15 se combina luego con el embudo del bulbo, el vástago y las demás partes, y se trata para producir un tubo de color de máscara de sombras, operante, en que ha hecho el vacío. El tubo se hace funcionar de la manera normal, explorando la pantalla con el haz (o con los haces, si se filtran los tres colores), y se mide la falta de fosforescentes en una multiplicidad de puntos o posiciones distribuidas en toda la cara del tubo. La figura 3 ilustra un ejemplo de una distribución de puntos  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ , etc sobre la placa frontal .14 en los cuales puede medirse la falta de coincidencia. Los puntos representados están dispuestos en círculos concéntricos con el eje geométrico A-A de las figuras 1 y 2, y sobre líneas radiales en las diversas posiciones del reloj. En cada punto, la medición de la falta de coincidencia incluye la situación tridimensional del punto en el espacio, y la magnitud y la dirección tridimensional de la falta de coincidencia. La situación de los puntos en el espacio puede tomarse con respecto a cualquier punto dado de referencia.

Un método que puede usarse para medir y registrar la falta de coincidencia es como sigue. Para cada uno de los 63 puntos distribuidos sobre la pantalla, se toma una fotomicrografía de un pequeño grupo de puntos fosforescentes durante el funcionamiento del tubo. Los puntos registrados según las posiciones del reloj, que más tarde son convertidas en ángulos azimutales en radianes con respecto a un eje geométrico dado. Cada fotografía abarca un área de aproximadamente 6 por 7 filas de puntos. Primeramente se deteminan los centros de tres pares de



puntos fosforescentes y de trazas de electrones en el área central de cada fotografía. Luego se miden la magnitud y la dirección de la falta de coincidencia y se registran para cada par de trazas y de puntos, para cada color de puntos. Se promedian los tres vectores de falta de coincidencia para cada color (promediando los componentes de los vectores).

De preferencia, se mide el espaciamento real de máscara a pantalla paralelo a la trayectoria del haz para cada punto para determinar la variación, caso de existir, con respecto al valor correcto de  $q'$ . Luego, si es necesario, se corrigen los vectores medidos de falta de coincidencia para cada color, por la variación con respecto al color correcto de  $q'$ .

Se hacen usualmente mediciones de falta de coincidencia en cinco tubos sustancialmente idénticos impresos por la misma lente 130, y se promedian los vectores de falta de coincidencia corregidos para cada color en cada punto correspondiente en los cinco tubos. En el ejemplo anterior, ello da por resultado 63 vectores promedio de falta de coincidencia para cada color. Puesto que los cálculos posteriores requieren gran número de puntos de datos, se obtienen puntos de datos adicionales interpolando los puntos situados entre los puntos de datos medidos, hasta un total de unos 250 vectores para cada color.

La operación siguiente en el procedimiento es la determinación de la situación en el espacio de la abertura de máscara asociada con los puntos y trazas de cada punto de datos. Ello se hace, como se ha ilustrado en la figura 4, determinando primero la trayectoria de un rayo de luz

341726



desde la posición B de la fuente de iluminación, a través de la lente 130, a la posición D de cada punto de datos. En la impresión del punto D de la figura 4, un rayo de luz BEFCD entraba en la lente por un cierto punto E, con un ángulo con la normal EG a la superficie de la lente en ese punto, y fué refractado a la trayectoria EF dentro de la lente, con un ángulo con la misma normal prolongada (EH). Al salir de la lente 130, el rayo era de nuevo refractado desde la trayectoria EF a la nueva trayectoria FD. Puesto que la lente 130 tiene forma de cuña, las dos trayectorias BE y FD no son paralelas. Determinando el punto de intersección C de la trayectoria FD del rayo con la máscara 15, se determinará la situación de la abertura de máscara correspondiente.

El punto D en el espacio ha sido determinado y el punto B es conocido, así como las posiciones de las superficies de la lente. Es por tanto necesario determinar la trayectoria del rayo BEFCD. Ello se hace por aproximación trazando una línea recta BD entre los puntos B y D (representada en líneas de trazos). Desde el punto de intersección E' de esa línea BD con la lente 130, puede determinarse la trayectoria de un rayo de luz real que sigue la trayectoria BE' y a través de la lente a lo largo de trayectoria E'F a un punto D' en la pantalla. Ello se hace aplicando la Ley de Snell,  $N_1 \sin \theta_1 = N_2 \sin \theta_2$ , donde  $N_1$  es el índice de refracción del primer medio (aire) y  $N_2$  es el índice de refracción del segundo medio (vidrio).

El vector  $\overrightarrow{DD'}$  que representa el error debido a la aproximación rectilíneo, es luego sustraído vectorialmente de la línea recta BD que da el punto D''. Se traza



una segunda línea recta desde B a D'' y se determina una nueva trayectoria de rayo corregida a través de la lente, la cual dará la situación de un punto entre D'' y D. Se continua esta serie de aproximaciones hasta que el error entre un punto en la pantalla de un rayo de luz calculado y el punto D no es mayor de 1.270 milimicras. El rayo final calculado coincidirá sustancialmente con la trayectoria BEFD. Conociendo la posición de ese rayo de luz calculado final y la posición de la máscara 15 en el punto, en que el rayo calculado pasa a través de la máscara, puede determinarse la abertura C a través de la cual pasa el rayo calculado para incidir en el punto D.

La situación C de la abertura de la máscara para cada punto de datos se determina de un modo similar. Estos valores se usan para determinar el contorno de la superficie de una nueva lente, para cada color, a ser usada con la lente 130 para imprimir pantallas de tubos de rayos catódicos con coincidencia aceptable de trazas y puntos sobre toda la superficie de la pantalla. La figura 5 ilustra la lente 130 en la misma posición con relación a la máscara 15 y la pantalla 14a que en las figuras 2 y 4. Por ejemplo, C y D representan los mismos abertura y punto, respectivamente que en la figura 4. El punto S es el centro medido de la traza de electrones correspondiente al punto D, por consiguiente DS es la falta de coincidencia medida entre ellos. El objeto es determinar la pendiente elemental en un punto correspondiente L en una lente teórica 132 la cual, si se usa en combinación con la lente 130, imprimirá un punto en el punto S, en lugar de D. Se traza una línea recta desde el punto S de nuevo a través de la aber-



tura C incidiendo en la lente 130 en el punto J. Luego se determina la trayectoria JK de un rayo refractado que pasa a través de la lente 130, aplicando la ley de Snell. Luego se determina la trayectoria KL de ese rayo a través de la lente 132. Si las dos lentes están en contacto óptico y hechas de material del mismo índice de refracción, la trayectoria KL será simplemente una línea recta continuación de la trayectoria JK. Han sido determinados los puntos S y C. Ese punto J y la trayectoria JL pueden ser determinados, de tal modo que la posición en el espacio del punto L queda así determinada.

Habiendo determinado la situación del punto L en el espacio, puede calcularse la pendiente elemental de la superficie de la lente 132 en el punto L necesaria para refractar un rayo de luz BL a lo largo de la trayectoria LK a través de la lente. El punto, B es una fuente de iluminación y puede estar, aunque no haya de estarlo necesariamente, en el mismo punto que en las figuras 2 y 4. Las pendientes elementales de la lente 132 en los puntos de datos seleccionados x, y, z en su superficie pueden venir expresadas en términos de  $\frac{dz}{dx}$  y  $\frac{dz}{dy}$ , en el sistema de coordenadas representado en la figura 4, donde el eje Z es paralelo al eje A-A, y x e y son las coordenadas rectangulares en un plano perpendicular al eje z: La pendiente de la superficie de la lente en cada punto de referencia de lente es convertida en un vector normal al plano elemental de la superficie correspondiente a cada punto de referencia de la pantalla.

La operación siguiente consiste en preparar una exposición de una superficie de lente continua que sea lo



mas aproximada posible al contorno de la superficie definida por la multiplicidad de vectores normales obtenidos a partir de los datos de falta de coincidencia medidos. Esa superficie de lente continua puede ser expresada como un polinomio de dos variables: ....

5

$$z = \sum \gamma_{i,j} x^i y^j \quad (1)$$

donde z es la altura o distancia de la superficie de la lente en cada punto (x, y) de la misma desde un plano x-y seleccionado, i y j son los exponentes de la x y de la y, respectivamente, en cada término del polinomio, y  $\gamma_{i,j}$  representa todos los coeficientes de los términos  $(x^i y^j)$  en el polinomio deseado. La Ecuación (1) puede expresarse como:

10

15

$$z = \sum_{i,j} \alpha_{i,j} P_{i,j}(x,y) \quad (2)$$

donde  $\alpha_{i,j}$  son los coeficientes del desarrollo, y  $P_{i,j}(x,y)$  son polinomios de dos variables en x e y, En forma desarrollada, la Ecuación (2) sería

20

$$z = \alpha_{0,0} + \alpha_{1,0}x + \alpha_{0,1}y + \alpha_{2,0}x^2 + \alpha_{1,1}xy + \alpha_{0,2}y^2 + \alpha_{3,0}x^3 + \dots \quad (2a)$$

Con objeto de simplificar las ecuaciones implicadas, se introduce una expresión de (i, j) en números enteros, como sigue

25

$$I(i,j) = j + \frac{(i+j)(i+j+1)}{2} \quad (3)$$

Así, los valores de  $I(i,j)$  para los valores enteros de i y j representados en la Ecuación (2a) son:

30

341726



$i = 0$	$1$	$0$	$2$	$1$	$0$	$3$
$j = 0$	$0$	$1$	$0$	$1$	$2$	$0$
$I(i, j) = 0$	$1$	$2$	$3$	$4$	$5$	$6$

5 Sea  $N = i + j$ . Entonces, la superficie  $z_N$  es de grado  $N$  si todos los pares de valores  $(i, j)$  en la Ecuación (2) satisfacen la condición  $I(i, j) \leq I(0, N)$ , y si  $I(i, j) > I(0, N-1)$  para al menos un par de valores  $I(i, j)$ . Por ejemplo, para  $N = 10$ ,  $I(0, N) = 65$  e  $I(2, 8) = 63$ .

10 Ahora bien, la Ecuación (2) para una superficie de grado  $N$  se expresa como sigue:

$$z_N = \sum_{i,j} \alpha_{i,j}^{(N)} P_{i,j}(x,y), \quad (4)$$

donde  $i$  y  $j \leq N$ .

15 Por tanto, las derivadas parciales de  $z_N$  con respecto a  $x$ ,  $y$  y  $z$  son

$$\frac{dz}{dx} = \sum_{i,j} \alpha_{i,j}^{(N)} P_{i,j}^x(x,y) = \sigma_x \quad (5a)$$

$$\frac{dz}{dy} = \sum_{i,j} \alpha_{i,j}^{(N)} P_{i,j}^y(x,y) = \sigma_y \quad (5b)$$

20 
$$\frac{dz}{dz} = \sigma_z = 1 \quad (5c)$$

donde  $p^x$  representa la de  $\frac{dP}{dx}$ , y  $p^y$  representa la  $\frac{dP}{dy}$ .

El vector que tiene  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ , y  $\sigma_z$  como parámetros directores, representa el vector normal a la superficie  $z$ .

25 Atendiendo al error mínimo cuadrático, sería de desear hacer mínimas las diferencias entre el anterior vector y el conjunto de vectores normales dados por los datos. Así sería de desear encontrar el  $\alpha_{i,j}^{(N)}$  tal que

30

341726



$$\sum_{\ell=1}^m \left[ \left( \frac{dz}{dx} \Big|_{\ell} - \sigma_x \right)^2 + \left( \frac{dz}{dy} \Big|_{\ell} - \sigma_y \right)^2 \right] = \text{mínimo} \quad (6)$$

donde  $\ell$  representa un punto de datos particular,  $m$  es el número total de puntos de referencia de lentes, y  $\frac{dz}{dx}$  y  $\frac{dz}{dy}$  representan las pendientes elementales determinadas de cada punto de datos de lente. Sustituyendo las Ecuaciones (5) en la ecuación (6) se obtiene

$$\sum_{\ell=1}^m \left[ \left( \frac{dz}{dx} \Big|_{\ell} - \sum_{i,j} \alpha_{i,j}^{(N)} P_{i,j}^x \right)^2 + \left( \frac{dz}{dy} \Big|_{\ell} - \sum_{i,j} \alpha_{i,j}^{(N)} P_{i,j}^y \right)^2 \right] = \text{mínimo} \quad (7)$$

Formando las ecuaciones normales para los coeficientes del desarrollo  $\alpha_{i,j}^{(N)}$ , se obtiene

$$\sum_{\ell=1}^m \left[ \left( \frac{dz}{dx} \Big|_{\ell} - \sum_{i,j} \alpha_{i,j}^{(N)} P_{i,j}^x \right) P_{\mu,\nu}^x + \left( \frac{dz}{dy} \Big|_{\ell} - \sum_{i,j} \alpha_{i,j}^{(N)} P_{i,j}^y \right) P_{\mu,\nu}^y \right] = 0 \quad (8)$$

donde  $I(\mu, \nu) = 0, 1, \dots, I(0, N)$ . Después de ordenar los términos, la ecuación (8) se transforma en

$$\sum_{\ell=1}^m \left( \frac{dz}{dx} \Big|_{\ell} P_{\mu,\nu}^x + \frac{dz}{dy} \Big|_{\ell} P_{\mu,\nu}^y \right) = \sum_{i,j} \alpha_{i,j}^{(N)} \left[ \sum_{\ell=1}^m \left( P_{i,j}^x P_{\mu,\nu}^x + P_{i,j}^y P_{\mu,\nu}^y \right) \right] \quad (9)$$

El sistema de ecuaciones definido por la ecuación (9) será compatible

$$\sum_{\ell=1}^m \left( P_{i,j}^x P_{\mu,\nu}^x + P_{i,j}^y P_{\mu,\nu}^y \right) = 0, \quad y \quad (10a)$$

$$I(i, j) \neq I(\mu, \nu). \quad (10b)$$

Si se cumplen las condiciones (10) mediante la determinación apropiada de los  $P_{i,j}$ , puede resolverse la Ecuación

1.7 JUL



(9) para los coeficientes individuales del desarrollo  
 $\alpha_{i,j}^{(N)}$ . En las condiciones (10), todos los términos  $\alpha_{i,j}^{(N)}$   
 en la sumación de (9) desaparecen, excepto aquellos para  
 los cuales  $I(i,j) = I(\mu, \nu)$ , y la Ecuación (9) puede es-  
 cribirse

$$\alpha_{\mu, \nu}^{(N)} = \frac{\sum_{\lambda=1}^m \left( \frac{dz}{dx} \right)_{\lambda} P_{\mu, \nu}^x + \frac{dz}{dy} \left( \right)_{\lambda} P_{\mu, \nu}^y}{\sum_{\lambda=1}^m \left[ \left( P_{\mu, \nu}^x \right)^2 + \left( P_{\mu, \nu}^y \right)^2 \right]} \quad (11)$$

A continuación se ilustra una forma según la  
 cual pueden determinarse los  $P_{i,j}$  de modo que se cumplan  
 ciertamente las condiciones (1)

$$P_{i,j} = x P_{i-1,j} + \sum_{k=0}^{I(i,j)-1} \beta_k^{(i,j)} P_k; \text{ para } i \neq 0, \quad (12a)$$

$$P_{i,j} = y P_{i,j-1} + \sum_{k=0}^{I(i,j)-1} \beta_k^{(i,j)} P_k; \text{ para } i = 0 \quad (12b)$$

Por consiguiente,

$$P_{i,j}^x = x P_{i-1,j}^x + P_{i-1,j}$$

$$+ \sum_{k=0}^{I(i,j)-1} \beta_k^{(i,j)} P_k^x; \text{ para } i \neq 0, \quad (13a)$$

$$P_{i,j}^y = x P_{i-1,j}^y + \sum_{k=0}^{I(i,j)-1} \beta_k^{(i,j)} P_k^y; \quad (13b)$$

para  $i \neq 0$ ,

Multiplicando la Ecuación (13a) por  $P_{\mu, \nu}^x$  y la Ecuación  
 (13b) por  $P_{\mu, \nu}^y$  sumando las ecuaciones resultantes, y hacien-  
 do para los datos, se obtiene, cuando  $i \neq 0$ ,

$$\sum_{\lambda=1}^m \left( P_{i,j}^x P_{\mu, \nu}^x + P_{i,j}^y P_{\mu, \nu}^y \right) = \sum_{\lambda=1}^m \left[ \left( x P_{i-1,j}^x + P_{i-1,j} \right) P_{\mu, \nu}^x + \sum_{k=0}^{I(i,j)-1} \beta_k^{(i,j)} P_k^x \right] P_{\mu, \nu}^y$$

341726



$$+ \left( xP_{i-1,j}^y + \sum_{k=0}^{I(i,j)-1} \beta_k^{(i,j)} \right) P_{\mu,\nu}^y \quad (14)$$

En virtud de las condiciones (10), el lado izquierdo o primer término de la ecuación (14) es cero. Ordenando el segundo término se obtiene, para  $i \neq 0$ ,

$$\sum_{\rho=1}^m \left[ \left( xP_{i-1,j}^x + P_{i-1,j} \right) P_{\mu,\nu}^x + \left( xP_{i-1,j}^y \right) P_{\mu,\nu}^y \right] = - \sum_{k=0}^{I(i,j)-1} \left[ \beta_k^{(i,j)} \sum_{\rho=1}^m \left( P_{\mu,\nu}^x P_{\mu,\nu}^x + P_{\mu,\nu}^y P_{\mu,\nu}^y \right) \right] \quad (15)$$

Puesto que la suma interior al corchete en el segundo miembro de la Ecuación (15) es nula por las condiciones (10), a menos que sea  $k = I(\mu, \nu)$ , se puede resolver para la  $\beta_k^{(i,j)}$  requerida para la condición  $i \neq 0$ , sustituyendo  $k = I(\mu, \nu)$ .

$$\beta_{\mu,\nu}^{(i,j)} = \frac{\sum_{\rho=1}^m \left[ \left( xP_{i-1,j}^x + P_{i-1,j} \right) P_{\mu,\nu}^x + \left( xP_{i-1,j}^y \right) P_{\mu,\nu}^y \right]}{\sum_{\rho=1}^m \left[ \left( P_{\mu,\nu}^x \right)^2 + \left( P_{\mu,\nu}^y \right)^2 \right]} \quad (16a)$$

donde  $I(\mu, \nu) = 1, \dots, I(i, j) - 1$  e  $i \neq 0$ .

Las ecuaciones correspondientes a las ecuaciones (13), (14) y (15) puede derivarse de un modo similar de la ecuación (12b) para la condición  $i = 0$ , y puede resolverse la ecuación correspondiente a la ecuación 15 para  $\beta_k^{(i,j)}$ , obteniéndose

$$\beta_{\mu,\nu}^{(i,j)} = \frac{\sum_{\lambda=1}^m \left[ \left( yP_{i,j-1}^x \right) P_{\mu,\nu}^x + \left( yP_{i,j-1}^y + P_{i,j-1} \right) P_{\mu,\nu}^y \right]}{\sum_{\lambda=1}^m \left[ \left( P_{\mu,\nu}^x \right)^2 + \left( P_{\mu,\nu}^y \right)^2 \right]} \quad (16b)$$

donde  $I(\mu, \nu) = 0, 2, 5, 9, \dots$  e  $I = 0$ .

La ecuación (4) para la superficie de lente desea-



da puede ahora calcularse para cualquier grado deseado, usando las ecuaciones clave (12), (12), (13a), (13b) y (16) para  $\alpha_{i,j}^{(N)}$ ,  $P_{i,j}$ ,  $P_{i,j}^x$  y  $\beta_{i,j}^{(I;J)}$ , respectivamente. En el diseño de una lente, se efectúan de preferencia los cálculos para obtener un polinomio de grado  $N = 10$ , que se ha comprobado que proporciona una superficie de lente que se aproxima a las pendientes elementales determinadas de los datos de falta de coincidencia medidos, con suficiente aproximación para producir un patrón de puntos fosforescentes impresos en la pantalla del tubo de rayos catódicos con coincidencia aceptable de trazas y puntos sobre la superficie de la pantalla.

Como un ejemplo relativamente sencillo, se evaluará el procedimiento para calcular la superficie  $z$  de la Ecuación (4) para los cuatro primeros términos únicamente, es decir, hasta el término en  $x^2$ , como sigue

$$z_N = \alpha_{0,0} P_{0,0} + \alpha_{1,0} P_{1,0} + \alpha_{0,1} P_{0,1} + \alpha_{2,0} P_{2,0} \quad (16c)$$

Puesto que  $P_{0,0} = 1$ , el primer término es  $\alpha_{0,0}$ , que es una constante que determina la situación  $z$  del punto central en la superficie de la lente. Tomemos ahora  $P_{1,0} = x$  y  $P_{0,1} = y$ , observando que se satisface la condición (10) mediante esta elección inicial; por consiguiente,

$P_{1,0}^x = 1$ ,  $P_{0,1}^x = 0$ ,  $P_{1,0}^y = 0$ , y  $P_{0,1}^y = 1$ . De la ecuación (11),

$$\alpha_{1,0} = \frac{\sum_{\lambda=1}^m \left( \frac{dz}{dx} \Big|_{\lambda} P_{1,0}^x + \frac{dz}{dy} \Big|_{\lambda} P_{1,0}^y \right)}{\sum_{\lambda=1}^m \left[ (P_{1,0}^x)^2 + (P_{1,0}^y)^2 \right]}$$

341726



$$= \frac{\sum_{\lambda=1}^m \left( \frac{dz}{dx} \right)_{\lambda}}{\sum_{\lambda=1}^m (1)} = \frac{1}{m} \sum_{\lambda=1}^m \left. \frac{dz}{dx} \right|_{\lambda}$$

5

$$\begin{aligned} \alpha_{0,1} &= \frac{\sum_{\lambda=1}^m \left( \frac{dz}{dx} \right)_{\lambda} P_{0,1}^x + \left( \frac{dz}{dy} \right)_{\lambda} P_{0,1}^y}{\sum_{\lambda=1}^m \left[ (P_{0,1}^x)^2 + (P_{0,1}^y)^2 \right]} \\ &= \frac{\sum_{\lambda=1}^m \left( \frac{dz}{dy} \right)_{\lambda}}{\sum_{\lambda=1}^m (1)} = \frac{1}{m} \sum_{\lambda=1}^m \left. \frac{dz}{dy} \right|_{\lambda} ; \quad y \end{aligned}$$

10

$$\alpha_{2,0} = \frac{\sum_{\lambda=1}^m \left( \frac{dz}{dx} \right)_{\lambda} P_{2,0}^x + \left( \frac{dz}{dy} \right)_{\lambda} P_{2,0}^y}{\sum_{\lambda=1}^m \left[ (P_{2,0}^x)^2 + (P_{2,0}^y)^2 \right]}$$

15

De la ecuación (12a), donde  $i \neq 0$ ,

$$\begin{aligned} P_{2,0} &= xP_{1,0} + \beta_{1,0}^{2,0} P_{1,0} + \beta_{0,1}^{2,0} P_{0,1} \\ &= x^2 + x \beta_{1,0}^{2,0} + y \beta_{0,1}^{2,0} \end{aligned}$$

De la ecuación (16a), donde  $i \neq 0$ ,

20

$$\beta_{1,0}^{2,0} = \frac{\sum_{\lambda=1}^m \left[ (xP_{1,0}^x + P_{1,0}) P_{1,0}^x + (xP_{1,0}^y + P_{1,0}) P_{1,0}^y \right]}{\sum_{\lambda=1}^m \left[ (P_{1,0}^x)^2 + (P_{1,0}^y)^2 \right]}$$

25

$$= \frac{\sum_{\lambda=1}^m (2x)}{\sum_{\lambda=1}^m (1)} = \frac{1}{m} \sum_{\lambda=1}^m 2x; \quad y$$

30

$$\beta_{0,1}^{2,0} = \frac{\sum_{\lambda=1}^m \left[ (xP_{1,0}^x + P_{1,0}) P_{0,1}^x + (xP_{1,0}^y + P_{1,0}) P_{0,1}^y \right]}{\sum_{\lambda=1}^m \left[ (P_{0,1}^x)^2 + (P_{0,1}^y)^2 \right]}$$

341726



$$= \frac{0}{m} = 0.$$

Por consiguiente,  $P_{2,0} = x^2 + \frac{x}{m} \sum_{\ell=1}^m 2x$  ;

$$P_{2,0}^x = 4x + \frac{1}{m} \sum_{\ell=1}^m 2x$$
 ;

5

$$\alpha_{2,0} = \frac{P_{2,0}^y = 0; \sum_{\ell=1}^m \left[ \frac{dz}{dx} \right]_{\ell} \left( 2x + \frac{1}{m} \sum_{\ell=1}^m 2x \right)}{\sum_{\ell=1}^m \left( 4x + \frac{1}{m} \sum_{\ell=1}^m 2x \right)^2}$$

10

Ahora bien, todos los términos del polinomio  $Z_N$ , hasta el término en  $x^2$  inclusive, son conocidos y puede escribirse

15

$$Z_N = \alpha_{0,0} + \frac{x}{m} \sum_{\ell=1}^m \frac{dz}{dx} \Big|_{\ell} + \frac{y}{m} \sum_{\ell=1}^m \frac{dz}{dy} \Big|_{\ell} + \frac{\left( x^2 + \frac{x}{m} \sum_{\ell=1}^m 2x \right) \sum_{\ell=1}^m \left[ \frac{dz}{dx} \right]_{\ell} \left( 2x + \frac{1}{m} \sum_{\ell=1}^m 2x \right)}{\sum_{\ell=1}^m \left( 4x + \frac{1}{m} \sum_{\ell=1}^m 2x \right)^2} \quad (4a)$$

20

Supongamos, por ejemplo, que los puntos de referencia y las pendientes en la superficie de lente supuesta son como sigue:

25

$\ell =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$x =$	0	2	0	-2	0	+4	0	-4	0
$y =$	0	0	2	0	-2	0	+4	0	-4
$\frac{dz}{dx} =$	0	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0	0,1
$\frac{dz}{dy} =$	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2

30

Sustituyendo estos valores en la Ecuación (2a), se obtiene

**341726**



$$\begin{aligned}
z_N &= \alpha_{0,0} + \frac{x}{9} (0-0, 2+0, 1+0, 2-0, 2+0, 1+0, 2+0-0, 1) \\
&+ \frac{y}{9} (0-0, 1-0, 1+0, 1-0, 1+0, 1-0, 2-0, 1+0, 2) \\
&+ \frac{2x^2(0-0, 4+0-0, 4+0+0, 4+0+0+0)}{16(0+4+0+4+0+16+0+16+0)} \\
&= \alpha_{0,0} + \frac{1}{90}x - \frac{2}{90}y - \frac{1}{800}x^2
\end{aligned}$$

5

Si se toma el plano X-Y por el centro de la superficie de la lente,  $\alpha_{0,0}$  es cero, y

10

$$z_N = \frac{1}{90}x - \frac{2}{90}y - \frac{1}{800}x^2.$$

15

Quando se calcula  $z_N$  para el grado  $N = 10$ , para el cual  $I(0,N) = 65$ , el número total de términos es 66 menos aquellos que se eliminan por anularse. Evidentemente sería poco práctico, cuando no imposible, calcular tal ecuación y utilizarla para fabricar la lente deseada, sin el uso de un ordenador.

20

Para calcular  $z_N$  para el grado deseado, se programa un ordenador RCA-604, por ejemplo, para efectuar las operaciones matemáticas implicadas en las ecuaciones (4), (11), (12), (13a), (13b) y (16) a partir de los datos de entrada  $\frac{dz}{dx}$  y  $\frac{dz}{dy}$  en los diversos puntos (x,y) en la lente ideal determinada a partir de los datos de falta de coincidencia, hasta el grado  $N$  deseado. La salida del ordenador es una representación o expresión de la superficie de la lente deseada en lenguaje HPA en cinta magnética. HPA (Herramientas Programadas Automáticamente) es la designación dada a un sistema o serie conocido de programas de ordenador que: (a) leerá las expresiones en lenguaje HPA; (b) efectuará los cálculos ordenados o implicados por esas

20

341726



expresiones; calculará los vectores de corte para mecanizar una parte representada por las expresiones HPA; y producirá una cinta perforada para mecanizar la parte en la máquina NC ("Control Numercial") especificada.

5                   La salida de cinta en lenguaje HPA desde el ordenador, es luego alimentada a un ordenador que ha sido programado en el sistema HPA, por ejemplo, un ordenador IBM 7094, para convertir la representación de la superficie en una cinta NC para controlar la máquina particular fresadora NC a ser usada para fabricar la parte, cuya máquina puede ser, por ejemplo, una máquina Pratt and Whitney con un controlador Bendix.

10                   La cinta NC procedente del ordenador se usa luego para controlar la máquina especificada para cortar la superficie deseada sobre una placa metálica de acero inoxidable, por ejemplo, la cual será usada como molde para fabricar la lente deseada. La figura 6 ilustra un corte transversal de tal molde 140 con una superficie superior 142 cortada por la máquina NC al contorno superficial de la lente deseada.

15                   La lente deseada, así como la primera lente 130 si se usa, puede hacerse de cualquier material óptico transparente adecuado, tal como vidrio o plástico transparente.

20                   Existen diversos modos de usar el molde 140 para fabricar la lente deseada. Un modo consiste en usar una técnica de curvado en la cual la superficie del molde es tratada convenientemente para evitar que se adhiera a ella el vidrio, y se coloca una placa plana 150 de vidrio óptico sobre el molde y se calienta en un horno hasta la temperatura de reblandecimiento del vidrio para hacer que el

**341726**



vidrio se curve por gravedad a contacto íntimo con la superficie 142 del molde, como se ha ilustrado en la figura 7. En esa operación de curvado, la superficie superior de la placa 150 adquiere un contorno superficial 162 sustancialmente idéntico al contorno superficial 142 del molde. Luego se retira la placa 150 del molde 140 y se conforma en la lente deseada 160 (representada en la figura 8), rectificando plano o eliminando de otro modo el lado inferior, el cual estaba en contacto con el molde, a lo largo del plano indicado por la línea de trazos 164 en la figura 7.

Puesto que la superficie 162 de la lente 160 es sustancialmente la superficie representada por la Ecuación 4), es una aproximación con exactitud suficiente de la superficie teórica de la lente definida por los vectores normales  $(\frac{dz}{dx}, \frac{dz}{dy})$ , según se determinó en relación con la figura 5, que puede usarse la lente 160 en combinación con la lente 130 en un "faro" para imprimir una pantalla de puntos fosforescentes de un color, con coincidencia aceptable de trazas y puntos sobre la totalidad de la superficie de la pantalla.

Alternativamente, pueden combinarse las propiedades de refracción de las dos lentes 130 y 160 en una sola lente para uso en el "faro".

Como se ha señalado en lo que antecede, a partir de los datos de falta de coincidencia se diseñan y se fabrican tres lentes separadas, una para cada color, y se imprimen sucesivamente tres patrones de puntos de colores diferentes con las tres lentes, cada uno de ellos sólo o en combinación con una lente 130.

Esta solicitud que corresponde a la presentada



en los Estados Unidos de América el 15 de Junio de 1.966, con el número 557.663, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

10 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

15 1.- Un método de fabricar un tubo de rayos catódicos que tiene una pantalla de elementos fosforescentes en mosaico, que comprende una ordenación de elementos fosforescentes individuales, una máscara de sombre de aberturas múltiples espaciada de dicha pantalla, y medios para proyectar un haz de electrones a través de las aberturas  
20 de dicha máscara y sobre dicha pantalla, por un procedimiento fotográfico directo, que comprende las operaciones de (a) aplicar una capa fotosensible a dicho soporte de pantalla, (b) proyectar rayos de luz desde una fuente sustancialmente puntual a lo largo de trayectorias a través de  
25 dichas aberturas, (c) refractar ópticamente dichos rayos entre dicha fuente y dicha capa para exponer un área individual de dicha capa en cada uno de una multiplicidad de puntos predeterminados distribuidos en toda el área de la pantalla, de tal manera que se proporcione compensación  
30 aceptable para todas las condiciones que, de otro modo,

4.7.67

- 36 -

341726



originarían faltas de coincidencia entre dichas áreas individuales y las trazas de incidencia sobre ellas de los electrones de dicho haz, y (d) revelar dicha capa para producir dicha ordenación de elementos individuales sobre dicho soporte.

5

2.- Un método de fabricar un tubo de rayos catódicos según la reivindicación 1, en que dichos rayos de luz son refractados haciéndolos pasar a través de un miembro de refracción de la luz que tiene una superficie curvada continua sin simetrías.

10

3.- Un método de fabricar un tubo de rayos catódicos según la reivindicación 2, en que dichos rayos de luz son refractados haciéndolos pasar sucesivamente a través de dicho miembro de refracción de la luz y de otro miembro de refracción de la luz de contorno superficial dado situado junto al miembro primeramente citado.

15

4.- Un método de fabricar un tubo de rayos catódicos según la reivindicación 1, en que el tubo es un tubo de imagen en color que tiene una pantalla de mosaico de elementos fosforescentes constituida por una pluralidad de ordenaciones de elementos fosforescentes individuales, consistiendo el método en repetir las operaciones (a) hasta (d) para disponer cada una de las demás de las citadas ordenaciones sobre dicho soporte de pantalla.

20

5.- Un método de fabricar un tubo de rayos catódicos según la reivindicación 2, en que la superficie curvada continua del miembro de refracción es determinada haciendo funcionar un tubo terminado que tiene una máscara de sombra provista de aberturas múltiples y en el cual hay falta de coincidencia entre los elementos fosforescentes

25

30

341726



5 y las trazas de incidencia de los haces, incluyendo el método medir la dirección y la magnitud de la falta de coincidencia en cada uno de una multiplicidad de puntos predeterminados distribuidos sobre la totalidad de la superficie de dicha pantalla, y determinar la superficie continua del miembro de refracción con una multiplicidad de pendientes en puntos sobre ella correspondientes respectivamente a dicha multiplicidad de puntos de falta de coincidencia sobre la pantalla, siendo calculadas las pendientes a partir de las correspondientes mediciones de falta de coincidencia, con lo que los rayos de luz que pasan a través de dicho miembro de refracción imprimirán la ordenación de elementos individuales de modo que se correspondan con las trazas de incidencia, respectivamente, del haz de electrones.

10 6.- Un método de fabricar un tubo de rayos catódicos según la reivindicación 5, en que cada una de la multiplicidad de pendientes se calcula a partir de la medición de la falta de coincidencia en el punto predeterminado correspondiente a la pendiente, de la posición de la abertura de la máscara asociada con el punto predeterminado, y de una medida de la posición de la traza que deja el haz que pasa a través de la abertura de máscara asociada.

15 25 7.- Un método de fabricar un tubo de rayos catódicos según las reivindicaciones 5 ó 6 respectivas, en que la superficie continua del miembro de refracción se determina adaptando un polinomio de dos variables a dichas pendientes calculadas y fabricando el dispositivo de refracción de la luz que tiene la superficie curvada continua representada por dicho polinomio.

30 **341726**



8.- Un método de fabricar un tubo de rayos catódicos según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en que la superficie continua del miembro de refracción viene representada por el polinomio de dos variables:

5

$$z = \sum_{i=j=0}^z \alpha_{i,j} P_{i,j}(x,y)$$

donde z es la distancia de dicha superficie en cualquier punto (x,y) de la misma a partir de un plano X-Y dado,

10  $P_{i,j}(x,y)$  son polinomios ortogonales de dos variables x e y;  $\alpha_{i,j}$  son los coeficientes del desarrollo de los términos de  $P_{i,j}(x,y)$  y los valores de  $\alpha_{i,j}$  y  $P_{i,j}(x,y)$  se determinan de las mediciones de falta de coincidencia en una multiplicidad de puntos predeterminados distribuidos sobre la superficie de la pantalla en un tubo de rayos catódicos de funcionamiento no compensado.

15

9.- Un método de fabricar un tubo de rayos catódicos según la reivindicación 8, en que dicha superficie continua de dicho dispositivo de refracción de la luz es una aproximación bastante exacta, en los puntos (x,y) de la misma correspondientes respectivamente a dichos puntos predeterminados de la pantalla, a las pendientes elementales sobre la superficie de un dispositivo de refracción de la luz teórico requerido para compensar dichas condiciones en dichos puntos de la pantalla.

20

25

10.- Un método de fabricar un tubo de rayos catódicos.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

30

341726

10 JUL 1967



Esta Memoria consta de cuarenta hojas escritas  
a máquina por una sola cara.

Madrid,

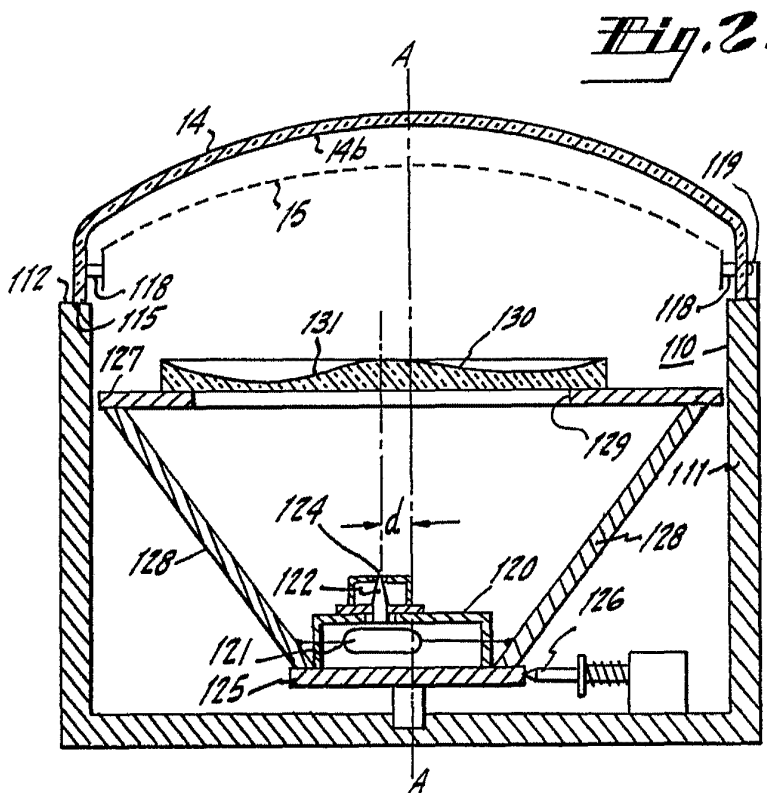
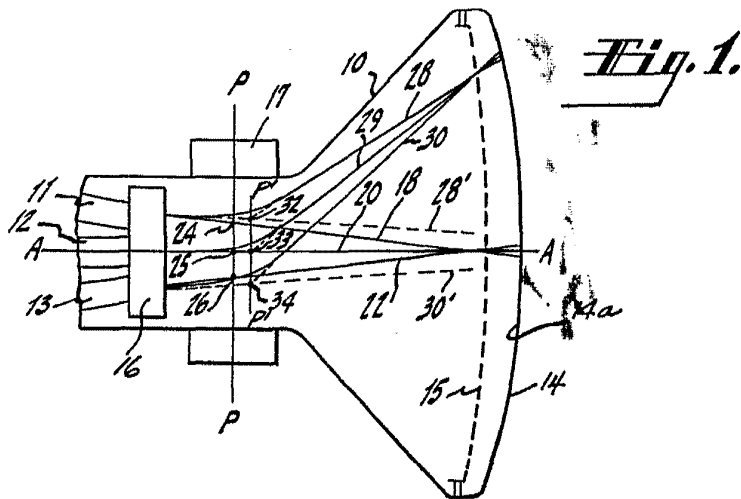
10 JUL 1967

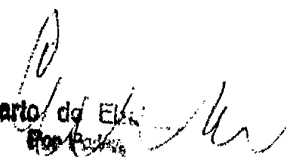
P. A.  
Alberto de Utraburu  
Por todos

341726



341728

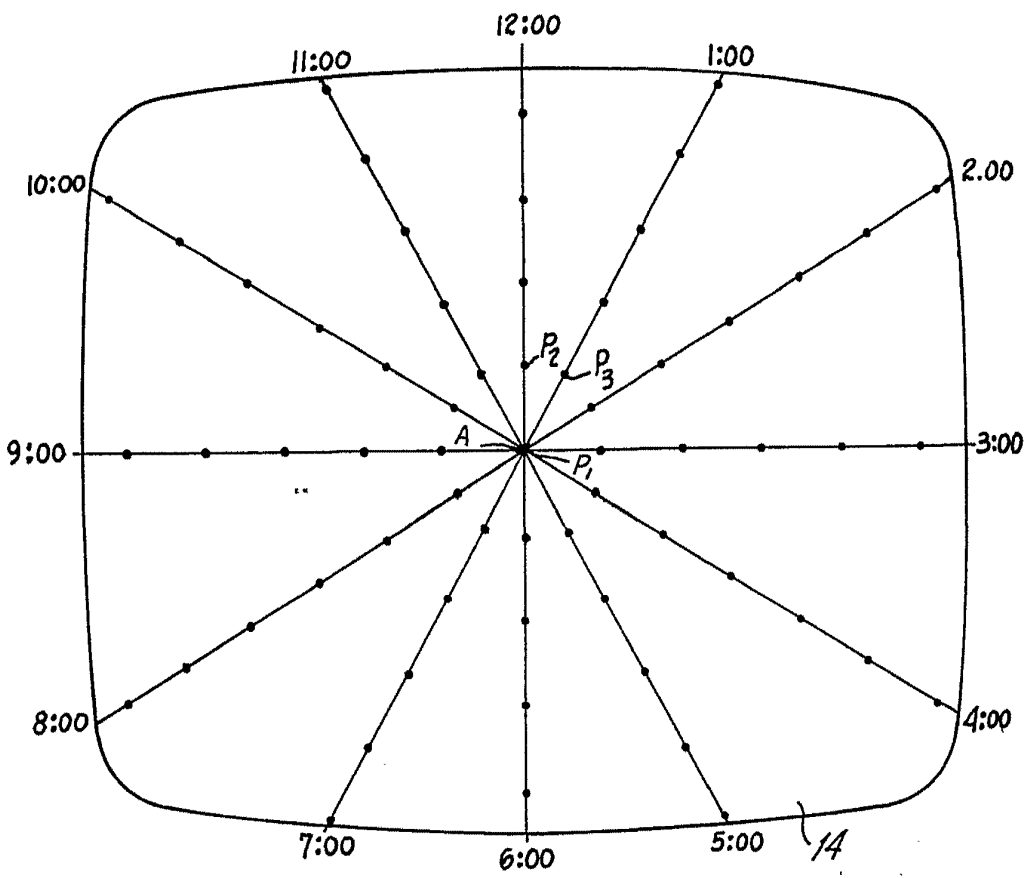


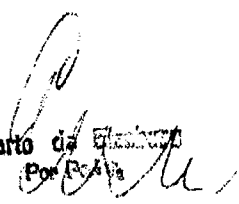
  
 Alberto de Elia  
 Por Acordado

341726



Fig. 3.



  
 Alberto de Guzman  
 Por P. A. G.

341726



Fig. 4.

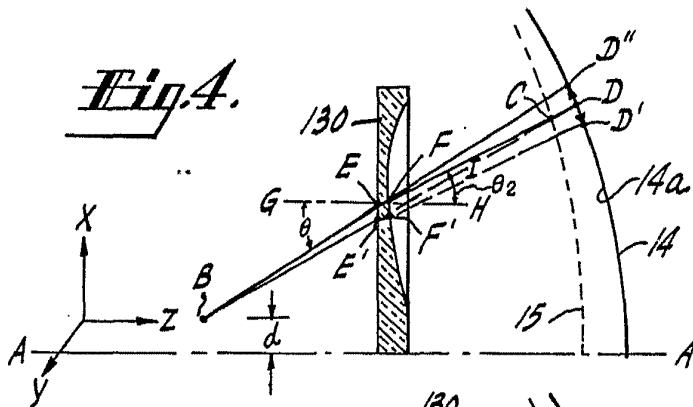


Fig. 5.

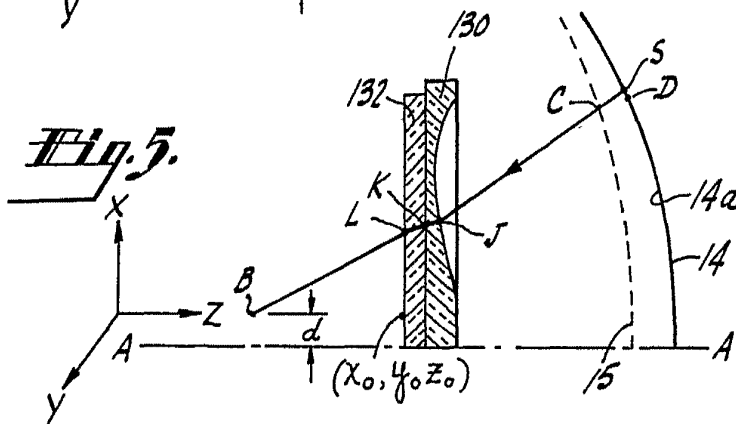


Fig. 6.

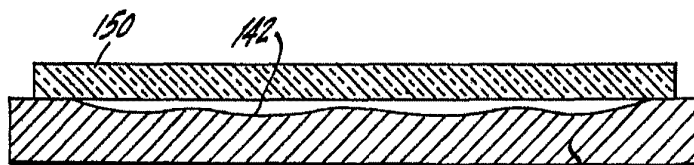


Fig. 7.

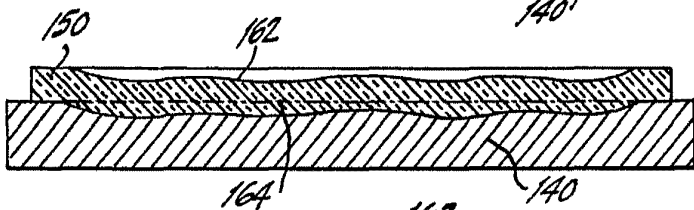
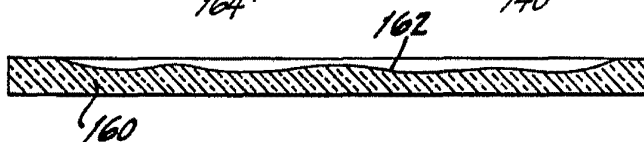


Fig. 8.



Albano da  
P. T.