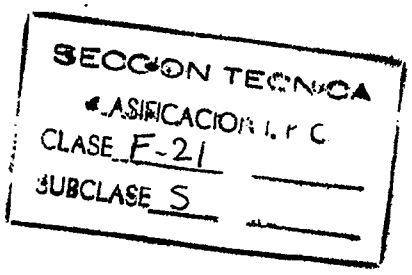
Nº. 360
EX-MEX-II



Nº 368.804

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

por VEINTE años

cuyo privilegio se solicita para España, sus territorios y plazas de soberanía, a favor de:

FRANK CARL GRIBLIN

de nacionalidad canadiense, domiciliado en Seagate Drive Nº. 32653, Palos Verdes Peninsula, California, U.S.A., relativa a:

"PERFECCIONAMIENTOS EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACION Y SIMILARES Y METODO CORRESPONDIENTE"

= = = = = = =

Inventor: Sam Leslie Leach

Prioridades: Solicitudes de patente en U.S.A. nos. 738.018 y 786.041 de fechas 18 junio 1968 y 23 diciembre 1968, respectivamente.

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención se refiere generalmente a dispositivos de iluminación fluorescente, y está relacionado particularmente con un sistema del tipo que utiliza radiación de descarga gaseosa para excitar la luminiscencia de un material que comprende sólidos inorgánicos suspendidos en un medio de polímeros orgánicamente activados. - - - - - - - -

Los objetivos que se han de obtener mediante cualquier sistema de iluminación adecuados son obvios, y, por supuesto, comprenden la meta final de los ingenieros de iluminación. Un sistema de iluminación adecuado debe proporcionar niveles y calidad de visibilidad adecuados, de manera que las tareas humanas pueden efectuarse con las normas máximas de velocidad y precisión. De manera importante, estos objetivos deben llenarse con una eficacia llevada al máximo, y de preferencia con un costo mínimo. Desafortunadamente, los sistemas de iluminación del arte anterior han sido inestables para obtener estas metas, como se discutirá más adelante, dichos sistemas del arte anterior confiando principalmente en tubos y técnicas de iluminación fluorescente corrientes. -

La presente invención tiene como objeto primario la provisión de un sistema de iluminación novedoso que utiliza

técnicas de iluminación desconocidas hasta ahora en el arte de manera que eliminan los inconvenientes de los sistemas del arte anterior y alcanzan las metas finales de los ingenieros de iluminación. Un objeto adicional más específico de la invención es proporcionar un sistema de iluminación mediante el cual la eficacia, la calidad, la versatilidad y el caudal luminoso real, alcanzan niveles hasta ahora no obtenibles en el arte. -

Los objetos anteriores, así como otros objetos, aspectos y ventajas de la presente invención que se harán aparentes a medida que prosiga la descripción, son proporcionados por la presente invención, que utiliza la radiación de descarga gaseosa para excitar la luminiscencia de sólidos luminiscentes inorgánicos que están suspendidos en un medio o película de polímeros activados orgánicamente, la película que contiene las partículas luminiscentes estando desplazadas físicamente de la posición normal relativa con respecto a la radiación del frente de onda de excitación. En la disposición física preferida de la presente invención, el material luminiscente está construido como una cinta o lámina de película delgada, doblable, y de preferencia se proporcionan dispositivos adherentes en una de sus superficies. De esta manera, el material luminiscente puede colocarse virtualmente sobre cualquier superficie a partir de la cual se desea que se emita luz. Por ejemplo, y de acuerdo con los conceptos inventivos de la presente, la cinta o lámina luminiscente de película delgada se coloca en la superficie interna o en las

superficies internas de un aditamento de iluminación corriente del tipo que se usa ahora, que utiliza normalmente los tubos fluorescentes corrientes, convencionales. Sin embargo, los tubos fluorescentes corrientes se reemplazan con un tubo de descarga gaseosa que no tiene revestimiento de material luminiscente en sus paredes interiores, y que tiene adicionalmente paredes construídas de un material vitreo relativamente transparente a la radiación ultravioleta, así como a la radiación de otras frecuencias, como se discutirá más adelante, la radiación emanando de un tubo de descarga convirtiéndose mediante la cinta o lámina luminiscente de película delgada a luz visible a través de un mecanismo luminiscente provisto por la estructura del material luminiscente mismo. -

La superficie física real o configuración sobre la cual se coloca la cinta o lámina luminiscente de película delgada, de ninguna manera es crítica para la presente invención, ya que la cinta o lámina luminiscente de película delgada puede colocarse sobre cualquier superficie sobre la que puede chocar la radiación que emana del tubo de descarga. - - -

Significativamente, y de importancia para la presente invención, es la provisión de un mecanismo luminiscente novedoso creado con la substancia luminiscente misma, que incrementa grandemente la eficacia de la conversión de energía a luz visible. Desde un punto de vista conceptual, la invención presente utiliza el principio de estimulación óptica,

aplicado a los cristales fosforescentes de manera que libere como luz visible, la energía creada y almacenada dentro del cristal que normalmente se pierde efectivamente en los procedimientos para la producción de luz. Aunque la operación exacta de esta estimulación óptica del mecanismo luminiscente no se entiende exhaustivamente, dicho mecanismo puede postularse de la siguiente manera. Debido a las imperfecciones e impurezas en un cristal de material luminiscente, se crean una cantidad de niveles de los llamados "trampas de energía" o "metasestables" en proximidad cercana con el nivel de energía de las llamadas bandas "de conducción" del cristal de material luminiscente, en su región "prohibida". Los electrones excitados desde la banda llamada de "valencia" del cristal de material luminiscente, pueden "atraparse" en estos estados metaestables y, como resultado, no migran fácilmente para la recombinación o centros luminiscentes provistos dentro del material luminiscente por las impurezas activadoras conocidas, de manera que produzcan luz visible. La presente invención sirve para liberar los electrones atrapados en el estado metaestable a la banda de conducción del cristal de material luminiscente, de manera que estos electrones ahora liberan se recombinan (con perforaciones) en un centro luminiscente para emitir luz que de otra manera no podría estar disponible inemdiata o efectivamente. -

Desde un punto de vista estructural, la presente invención contempla la provisión de materiales luminiscentes

que tienen material activadores en ellos en combinaciones y para propósitos desconocidos hasta ahora en el arte anterior. Adicionalmente, la presente invención contempla la provisión de un tubo de descarga gaseosa que contienen mezclas de vapor de mercurio junto con gases nobles, de manera que la radiación que emana del tubo de descarga contenga frecuencias, no solamente dentro de la región ultravioleta utilizada para la producción primaria de luz, sino también dentro de la región casi visible y visibles que se utiliza para estimular ópticamente de manera real el cristal, para efectuar la liberación de los electrones atrapados en los niveles de energía metaestable en él. - - - - - - - - - - -

La invención por si misma se comprenderá mejor, y se apreciarán mejor su forma de operación y sus ventajas a partir de las siguientes descripción detallada de sus modalidades preferidas, dicha descripción haciendo referencia a los dibujos anexos, en donde: - - - - - - - - - - - -

La figura 1 es una vista en perspectiva de un aditamento de iluminación que utiliza tubos fluorescentes corrientes del arte anterior. - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

La figura 2 es una vista en perspectiva de una modalidad estructural preferida de la invención, con los tubos fluorescentes del arte anterior reemplazados por un tubo de descarga gaseosa que contiene vapor de mercurio y gases nobles, y con una película delgada de material luminiscente provista en la superficie interna del alojamiento real.-

La figura 3 es una vista en perspectiva de una modalidad adicional de la presente invención, en donde se exhibe una cinta o lámina luminiscente de película delgada, sobre un aviso típico iluminado por la parte posterior, en la trayectoria de la radiación de choque. - - - - - - - - - - -

La figura 4 es una vista en perspectiva de un rollo del material luminiscente de película delgada de la presente invención. -

La figura 5 es una vista desarmada de los detalles estructurales de la cinta o lámina luminiscente de película delgada de la figura 4 contenida dentro del círculo, porciones de la vista desarmada mostrándose abiertas y en sección de elevación para claridad ilustrativa. - - - - - - - - - - -

La figura 6 ilustra esquemáticamente las características de absorción y de emisión de un material luminiscente típico. -

La figura 7 es una ilustración esquemática de diversos niveles de energía dentro de un cristal luminiscente, y del mecanismo luminiscente físico, que ilustra el efecto y la operación de la estimulación óptica; y

La figura 8 es una ilustración gráfica de las diversas frecuencias espectrales y de las intensidades generadas por la lámpara de descarga de la presente invención. - - - - -

Describiendo ahora los dibujos, se dirige inicialmente la atención a la figura 1 de ellos, en donde se ilustra una

unidad de iluminación fluorescente corriente del arte anterior, típica. La unidad de iluminación generalmente comprende de un alojamiento 2 que tiene una pared superior 4 y paredes laterales 6, construídas generalmente en una configuración reflectora de luz o forma reflectora de luz. Una pluralidad de tubos fluorescentes 8 está provista en el alojamiento en una forma bien conocida. La porción inferior del alojamiento está provista con una superficie prismática 10, la superficie 10 siendo transparente a la luz visible o por lo menos translúcida a ella. - - - - - - - - - - - - - - - -

Como se muestra, cada tubo fluorescente 8 comprende un tubo de vidrio alargado 12 que tiene electródos no ilustrados en ambos extremos de él. El tubo alargado 12 es hueco y normalmente está lleno con un gas tal como mercurio. Un revestimiento de material luminiscente está provisto en la superficie interna del tubo de vidrio 12. Ahora, cuando el tubo fluorescente 8 se arranca, la descarga eléctrica produce radiación ultravioleta a través del medio del vapor de mercurio en una forma bien conocida, la radiación ultravioleta centrándose normalmente alrededor de un máximo de 2537 Angstroms, que comprende la línea de resonancia del mercurio bien conocida. La radiación ultravioleta generada dentro del tubo 12 choca sobre el revestimiento de material luminiscente en su superficie interna, y el revestimiento de material luminiscente 14, también en una forma bien conocida, sirve para convertir la radiación ultravioleta que choca a luz visible, el proceso de conversión siendo de acuerdo con los mecanismos normales luminiscentes y

10

efectuándose con un determinado nivel de eficacia bien conocido. Consecuentemente, se emiten cuantas de luz visibles ilustradas esquemáticamente por las líneas de flecha 16, a través de la pared del tubo de vidrio 12, y pasan directamente a través de la superficie prismática 10 de la unidad de iluminación 2, o son reflejadas diferentemente desde la superficie superior 4 de las paredes 6 del alojamiento. - -

Sin embargo, está construcción del arte anterior adolece de una multiplicidad de desventajas. Una cantidad muy grande de calor se genera por cada uno de los tubos fluorescentes 8 en las paredes de los tubos respectivos 12, y por tanto, en la ubicación del revestimiento de material luminiscente 14. Este calor tiene un efecto bastante degradante tanto sobre la calidad como sobre la duración de las partículas de material luminiscente del revestimiento 14, y de tal manera sobre la calidad de la luz que emana de cada tubo 8. Adicionalmente, el área de producción de luz y la forma de dicha construcción del arte anterior está limitada al área y forma de la superficie interna del tubo de vidrio 12, puesto que solamente es sobre esta superficie sobre la que se aplica el revestimiento de material luminiscente. Consecuentemente, la eficacia de esta construcción del arte anterior con respecto a la luz generada realmente desde una cantidad dada de energía de entrada, es sorprendentemente baja. Puesto que el revestimiento de material luminiscente 14 colocado en la superficie interna del tubo de vidrio 12 está en contacto directo con los vapores calientes de mercurio del tubo, se efectúa una determinada degradación de

las partículas luminiscentes debido a la absorción de mercurio reduciendo adicionalmente la eficacia y la duración del tubo. Adicionalmente, la estructura del arte anterior se basa sobre los mecanismos luminiscentes corrientes dentro del material luminiscente mismo y, de tal manera, está limitado inherentemente en su eficacia productora de luz. - - - - -

Haciendo referencia ahora a la figura 2, se describe una modalidad estructural preferida del sistema de iluminación de la presente invención, como se aplica a un alojamiento de iluminación más o menos corriente. En una forma similar, como con el aditamento luminoso de la figura 1, el aditamento de iluminación de la figura 2 también comprende un alojamiento 18 que tiene una pared superior 20 y paredes laterales 22, construídas en una configuración reflectora de luz. Se proporciona nuevamente una superficie prismática 24 en la abertura de fondo del alojamiento 18, la superficie prismática 24 siendo transparente o por lo menos translúcida a la luz visible. También se proporciona una pluralidad de tubos de descarga 26 en relación separada dentro del alojamiento de iluminación 18. Sin embargo, los tubos de descarga 26 no son tubos fluorescentes corrientes como en el caso de la figura 1, aunque la construcción física externa de los tubos es muy similar a aquellos. Los tubos de descarga comprenden cada uno un tubo de vidrio hueco, alargado 28, el tubo de vidrio 28 conteniendo también vapores de mercurio así como gases nobles, como se discutirá más adelante. Sin embargo, no se proporciona revestimiento de material luminiscente en la superficie interna o paredes del tubo de vidrio 28 y, adi

cionalmente, los tubos de vidrio 28 están construídos de un material tal como Vycor, o Pyrex o un vidrio calizo adecuado que tiene aproximadamente 60% del óxido de magnesio separado y reemplazado por sílice pura, de manera que la radiación ultravioleta producida por el gas mercurio se descargue en ella así como otras radiacones que tienen longitudes de onda mayores pasan a través de la pared del tubo. Como se recordará esta estructura está contrastada con la estructura de tubo fluorescente del arte anterior que utiliza un tubo de vidrio que es transparente de luz visible pero que tiene características de transmisión muy bajas para la radiación ultravioleta. -

Una película delgada de material luminiscente se coloca en la superficie interna del alojamiento de iluminación 18, tanto en la superficie interna de las paredes superiores 20 como en las paredes laterales 22 de la misma, así como sobre la superficie interna de la cubierta prismática o placa 24. La construcción física detallada de la película luminiscente 27 se discutirá más adelante. - - - - - - - - - - -

Las mecánicas generales de la producción de luz que utilizan la modalidad inventiva de la figura 2, es tal que la descarga gaseosa dentro de los tubos 26 produce radiaciones predeterminadas que pasan a través de las paredes del vidrio 28, de cada tubo 26, como se ilustra esquemáticamente por las líneas 30. Cada quantum de radiación choca con un área de revestimiento luminiscente de película delgada 27, en donde el revestimiento luminiscente 27 convierte el quantum

10 JUL

de energía 30 que llega a rayos luminosos designados por laslíneas de flecha 32. Sin embargo, y como será aparente, la presente invención contempla una modificación de las mecánicas de luz básicas dentro del revestimiento luminiscente. -

La configuración de la presente invención como se describió en la figura 2, tiene ventajas múltiples sobre las del arte anterior que se representa en la figura 1. En primer lugar la capa luminiscente de película delgada 27 ya no está en la superficie interna del tubo 28 y, consecuentemente, ya no está en contacto con los vapores calientes de mercurio y los gases en él. Así, con la modalidad de la invención, no hay ningún problema de absorción de vapores de mercurio por el material luminiscente. Adicionalmente, debido a que las partículas de material luminiscente se separan de las paredes 28 de los tubos, las partículas de material luminiscente no están sujetas a una gran cantidad de calor. Más bien, el calor que se genera en las partículas luminiscentes en virtud de la conversión de energía ultravioleta a luz visible radiante, se genera sobre un área mucho mayor y, de tal manera, cada partícula individual de material luminiscente está sujeta solamente a un nivel bajo de calor. Adicionalmente, y como se hará aparente fácilmente, el área productora de luz real de la configuración novedosa de lámpara de la figura 2, se incrementa grandemente sobre la del aditamento de la figura 1, ya que el área productora de luz no está restringida a la superficie interna de la pared de vidrio de cada tubo fluorescente,

sino más bien puede comprender toda la superficie interna del alojamiento real 18. Consecuentemente, la estructura inventiva de la figura 2 exhibe una eficacia luminosa mucho mayor para el mismo caudal de energía, de lo que exhibiría la estructura de la figura 1. - - - - - - - - - - - - - - - -

Debe notarse que la lámina o cinta 27 luminiscente de película delgada también es transparente a luz, y es por esta razón que la cinta 27 también puede colocarse sobre la superficie inferior, es decir sobre la placa prismática 24 del alojamiento de iluminación 18, ya que toda la luz visible generada por las demás áreas dentro del alojamiento 18 será transmitida a través de los materiales luminiscentes de película delgada ubicados sobre la placa prismática 24, y radiados hacia la habitación. Consecuentemente, se efectúa una eficacia de iluminación aún mayor. - - - - - - - -

Como se mencionó antes, la configuración física exacta de la colocación de la cinta o lámina luminiscente de película delgada 27, con respecto a la fuente de radiación incidente 26, no forma crítica de la presente invención, puesto que todo lo que se requiere es que la película luminiscente se coloque sobre cualquier superficie en la trayectoria de dicha radiación. - - - - - - - - - - - - - - - - - -

Un ejemplo adicional de una configuración estructural de acuerdo con los conceptos de la presente invención, se ilustra en la figura 3. Aquí, el uso de una cinta o lámina luminiscente de película delgada novedosa de la presente

invención se ilustra en un medio de un anuncio iluminado por la parte posterior. - - - - - - - - - - - - - - - - - -

La cinta o lámina 27 luminiscente de película delgada se une adhesivamente o se aplica a la parte posterior de un tablero transparente o por lo menos translúcido o placa 36 que tiene una pluralidad de letras que forman un anuncio designado generalmente 38 en una de sus superficies. Una fuente de radiación, primariamente pero no exclusivamente ultravioleta designada de nuevo generalmente 26, se proporciona en la disposición de anuncio iluminado por la parte posterior, y se vé que comprende el tubo de vidrio 28 hueco y alargado lleno de mercurio y de gases nobles y que tiene electródos 34 en ambos extremos del mismo. Se contempla que el tubo 26 sea del tipo de cátodo saliente y tiene una presión de vapor de mercurio relativamente baja, ya que se ha descubierto que la eficacia de la producción de longitudes de onda ultravioletas particulares disminuye a medida que se incrementa la presión de vapor. La pared 28 del tubo 26, como se describió antes, está construída de un vidrio que podía ser substancialmente transparente a la radiación ultravioleta y a la radiación que tenga longitudes de onda mayores. Los vidrios que ajustan para este propósito son los vidrios de cuarzo, Vycor, Pyrex o similares. Cuando la radiación 30 choca sobre las partículas de material luminiscente contenidas dentro de la cinta o pantalla luminiscente de película delgada, la energía radiante se convierte a luz visible que podría pasar entonces a través del revestimiento adhesivo que une la película delgada 27

a la placa de anuncio 36 para producir un efecto de iluminación por la parte posterior para las letras del anuncio 38. La radiación ultravioleta dañina no sería transmitida a través de las placas de anuncio 36 debido a la construcción del material mismo y también debido al hecho de que el adhesivo contemplado para usarse, aunque es transparente a la luz visible, no tiene una eficacia de transmisión elevada para la energía en la escala ultravioleta. - - - -

Como será fácilmente aparente, las posibilidades de medios diferentes y configuraciones diferentes en las cuales podría utilizarse la cinta o lámina 27 luminiscente de película delgada, es casi ilimitada. Todas las paredes o cielos rasos de una habitación o edificio, podrían iluminarse fácilmente en una forma altamente eficiente y de una manera segura, colocando meramente la cinta o lamina luminiscente de película delgada en ellos y proporcionando una fuente de radiación externa. - - - - - - - - - - - - - - - -

Las figuras 4 y 5 de los dibujos ilustran una construcción particular preferida de la cinta o lámina luminiscente de película delgada de la presente invención. Como se muestra en la figura 4, la lámina de película delgada se contempla bastante flexible para facilitar el manejo y podría comprender un rollo que podría desenrollarse a cualquier longitud adecuada y cortarse por el usuario a cualquier tamaño adecuado de acuerdo con sus necesidades. La figura 5 es una vista agrandada, parcialmente en sección, de la porción de la cinta o lámina de película delgada contenida dentro del círculo de la figura 4. - - - - - - - - -

La construcción preferida de la cinta o lámina de película delgada se vé que comprende una pluralidad de capas, toda la lámina teniendo un espesor de aproximadamente 0,12 mm. Una capa central que está provista y comprende de preferencia fluoruro de polivinilo, tal como Tedlar y/o una película de alcohol polivinílico utilizada como portador para las partículas luminiscentes 42 empotradas en ella. El fluoruro de polivinilo o película se utiliza como material portador ya que es transparente tanto a la luz visible como a la radiación ultravioleta y, más importante, no es afectado estructuralmente por el choque de radiación ultravioleta. El espesor de la capa central 40 se contempla que esté dentro de la escala de 10 a 100 micras. - - - - - - - - - - - -

La película de alcohol polivinílico usada como portador para los materiales luminiscentes, aunque tiene las propiedades de ser transparente a la luz visible y a la radiación ultravioleta, así como de no ser afectada por la radiación ultravioleta, tiene la característica que es fácilmente disuelta en agua. Aún la película de fluoruro de polivinilo portadora debe protegerse físicamente. Consecuentemente, se contempla un revestimiento a prueba de intemperie para aplicarse preferentemente a ambos lados del portador 40. Como se muestra en la figura 5, los revestimientos 44 y 46 están colocados a ambos lados de la base de fluoruro de polivinilo o de alcohol, y se contemplan que también comprenda fluoruro de polivinilo. Los revestimientos de flurororuro de polivinilo 44 y 46 sirven para proteger el fluoruro de polivinilo y/o el alcohol polivinílico de la película portadora

16 JU

40 y específicamente para hacerla estanca. El fluoruro de polivinilo y el alcohol polivinílico son transparentes tanto a la luz visible como a la radiación ultravioleta, y ambas son químicamente inertes a la radiación ultravioleta que choca. El espesor de los revestimientos de fluoruro de polivinilo 44 y 46 se contempla que esté dentro de la escala de 0,025 a 0,076 mm., aunque este espesor podría variarse, si se deseara. -

En una construcción de la cinta o lámina luminiscente de película delgada de la presente invención, una capa adicional designada 48 está provista entre el portador de material luminiscente 40 y la capa superior 44 a prueba de intemperie de fluoruro de polivinilo. Este revestimiento adicional 48 está contemplado que comprenda una capa de aluminio depositada al vacío que tiene un espesor muy pequeño en la escala de 200 a 500 Angstrom. Se proporciona la película delgada de aluminio, si se desea, como un reflector extremadamente bueno de radiación ultravioleta que choca sobre él. Consecuentemente, la radiación ultravioleta que pasa a través del revestimiento de fluoruo de polivinilo 46 hacia el portador de materiales luminiscentes excitaría algunas de las partículas luminiscentes 42, y sería reflejada por el revestimiento de aluminio delgado nuevamente a través del portador para excitar partículas adicionales de material luminiscente 42. Así, la provisión de película de aluminio también sirve para incrementar la eficacia del caudal luminoso, aunque, como se señaló antes, la provisión de esta capa adicional no es crítica para la invención. El

18 JU

óxido de magnesio y el dióxido de titanio también podrían usarse en lugar del aluminio, si se deseara. - - - - - - -

La cinta o lámina luminiscente de película delgada, como se señaló, antes se contempla que se coloque sobre virtualmente cualquier superficie que pudiera interceptar la radiación ultravioleta. Por esta razón, se proporciona un revestimiento adhesivo designado generalmente 50 en un lado de la cinta o lámina luminiscente. El revestimiento adhesivo 50 comprende de preferencia un adhesivo acrílico, el acrílico dejando pasar la luz visible, pero teniendo una eficacia de transmisión baja para la radiación ultravioleta. El adhesivo particular utilizado solamente necesita ser transparente a la luz visible, excepto cuando se utiliza el reflector de aluminio y puede ser adherible a la capa de fluoruro de vinilo 44. En este sentido, podrían utilizarse muchos silicones y epoxis así como acrílicos. Una forma particularmente adecuada de adhesivo para usarse como revestimiento adhesivo 50, es la de un tipo encapsulado que podría liberarse solamente cuando el usuario presionara la película luminiscente sobre la superficie deseada. -

Hay una cantidad de métodos diferentes que pueden utilizarse de acuerdo con la presente invención para producir la cinta o lámina luminiscente de película delgada de las figuras 4 y 5. En este sentido, y como un método alternativo, podrían producirse primero un portador o película 40

18 JUN. 1969

de alcohol polivinílico, vaciando alcohol polivinílico que lleva las partículas de fósforo 42 sobre un tambor pulido, por ejemplo, de acuerdo con técnicas bien conocidas. Después de que la lámina de alcohol polivinílico se ha producido de esta manera, dicha lámina podría laminarse a las películas de fluoruro de polivinilo que, como se señaló antes, se pueden obtener comercialmente bajo el nombre comercial Tedlar, mediante el uso de cualquier adhesivo laminador adecuado, como se discutió antes. La capa de fluoruro de polivinilo misma se produce de preferencia a través de un proceso de extrusión o un proceso de vaciado. - - - - - - -

Si se desea, la película o capa de aluminio 48 podría depositarse al vacío sobre la película de fluoruro de polivinilo 44 antes de la laminación de la película 44 al portador de alcohol polivinílico 40. La capa adhesiva acrílica 50, por otra parte, puede aplicarse a la superficie de fluoruro de polivinilo 44 por medio de un proceso de revestimiento con rodillo, aunque la capa adhesiva acrílica también podría rociarse, si se deseara. - - - - - - - - - - - - - - - - - -

Un método alternativo para fabricar la cinta luminiscente de película delgada de la presente invención, reside en proporcionar primero una capa de fluoruro de polivinilo 44 y después rociar el portador de película de alcohol polivinílico 40, que contiene las partículas de fósforo 42 en la película de fluoruro de polivinilo. Alternativamente, el portador de alcohol polivinílico podría revestirse con ro-

18 JU

dillo sobre la capa de fluoruro de polivinilo. - - - - - -

Un método adicional de construcción comprendería la utilización de técnicas de extrusión. - - - - - - - - - - - - -

Pueden utilizarse muchos materiales diferentes para las partículas luminiscentes 42 llevadas en la base de alcohol polivinílico o fluoruro de polivinilo, de la película 40. Dicho material puede seleccionarse para sus propiedades productoras de color, y su sensibilidad a la radiación ultravioleta de choque, así como por otras características. El Cuadro I es ilustrativo de algunos de los materiales que se encuentran generalmente adecuados para usarse con la presente invención, aunque debe entenderse expresamente que pueden utilizarse otros materiales y se discuten con mayor detalle más adelante con respecto al mecanismo luminiscente modificado de la presente invención. - - - - - - -

C U A D R O I

MATERIAL LUMINISCENTE	COLOR	ESCALA NORMAL DE EXCITACION (Angstroms)	MAXIMO DE SENSIBILIDAD NORMAL (Angstroms)	GAMA EMITIDA NORMAL (Angstroms)	MAXIMO EMITIDO NORMAL (Angstroms)
Tungstato de calcio	azul	2200-300	2720	3100-7000	4400
Tungstato de magnesio	azul-blanco	2200-3200	2850	3600-2700	4800
Silicato de cadmio	amarillo-rosado	2200-3200	2400	4800-7400	5950
Borato de cadmio	rosado	2200-3600	2500	5200-7500	6150
Fosfato de calcio	azul (ultra)	2200-3200	2500-2800	3200-4500	5800
Halogenofosfato	blanco	1800-3200	2500	3500-7500	5800

18 JUL

18

Con solo proporcionar el sistema fluorescente antes descrito, en donde los materiales luminiscentes por sí mismos se desplazan físicamente de la posición relativa normal con respecto a la radiación del frente de onda de excitación, se constituye un avance importante sobre las técnicas y métodos convencionales del arte anterior. La eficacia de dicho sistema de iluminación en donde los materiales luminiscentes están desplazados físicamente del interior de un tubo fluorescente, se incrementa notablemente. Adicionalmente, la provisión de la cinta o lámina luminiscente de película delgada, como se describió anteriormente, permite al usuario del sistema convierta virtualmente cualquier superficie sobre la cual choque la radiación, en una superficie que emitirá luz visible. -

Además, estas desviaciones estructurales novedosas del arte anterior no constituyen un fin por sí mismas, ya que cualquier sistema que se base sobre los procesos convencionales de conversión de energía conocidos dentro del material luminiscente mismo, está limitado inherentemente a su eficacia de iluminación. De tal manera, la presente invención contempla adicionalmente una modificación al mecanismo luminiscente del proceso de conversión de energía y, específicamente, contempla una técnica de estimulación óptica para liberar efectivamente, como luz visible, la energía creada dentro del cristal por la radiación de choque sobre el mismo, pero normalmente atrapada en el estado de energía denominado

18 JUN. 1965

"meta estable". -

Como un antecedente adicional para la comprensión de este proceso de estimulación óptica, se discutirán brevemente a continuación las mecánicas de la luminiscencia. Básicamente, el cristal de material luminiscente absorbe cuantas de energía a partir del frente de onda de excitación incidente y particularmente absorbe quantas de energía ultravioleta generadas por un tubo de descarga gaseosa. La absorción de esta energía hace que un electrón de la banda de valencia del cristal de material luminiscente se eleve efectivamente a un estado excitado dentro de la banda de conducción del cristal. El electrón, a medida que es excitado y se mueve a un nivel de energía mayor, deja detrás de él un vacío o perforación dentro de la banda de conducción del cristal. El electrón excitado es capaz de migrar a través de toda la red de espacios de cristal, como en el caso del "vacío" o ausencia de un electrón dejado detrás. Cuando migra, el electrón excitado alcanza un centro luminiscente o de recombinación provisto por activadores dentro del cristal de material luminiscente, y el electrón alcanza su energía en la forma de un fotón visible y se recombina con el vacío. El cristal de fósforo se dice así que efectúa una luminiscencia. - - -

Al mismo tiempo, debido a los efectos de dichos espacios intersticiales y a las impurezas químicas, se crea una pluralidad de "trampas" de energía electrónica cerca del centro luminiscente y de la banda de conducción del cristal. Estas "trampas" comprenden el estado de energía "meta esta

ble" del cristal. Su presencia dentro del cristal tiene un efecto degradante sobre las cualidades luminiscentes y sus propiedades, y sirve para limitar inherentemente la eficacia cuántica del mecanismo productor de luz. Por ejemplo, un electrón procedente de la banda de valencia del cristal del material luminiscente que ha sido excitado inicialmente por radiación incidente, podría no migrar a un centro luminiscente en donde se emitiría una luz visible, sino más bien podría caer a un estado de energía "metaestable" o "trampa".

La radiación incidente normal, usualmente comprendiendo las frecuencias ultravioleta, no es adecuada para impartir a los electrones "atrapados" la energía apropiada de manera que liberen el electrón nuevamente a la banda de conducción, mediante lo cual el electrón puede intentar una vez más ubicar un centro luminiscente. Eventualmente, los efectos de vibración del cristal y la agitación térmica podrían hacer que estos electrones se liberaran. Sin embargo, dichos electrones "atrapados" no contribuyen significativamente a los procesos de producción de luz que ocurren en el momento del choque de la radiación de excitación incidente, y, de tal manera, limitan inherentemente la eficacia quántica del cristal de fósforo, puesto que la energía incidente necesaria para elevar dichos electrones al estado "meta estable" se pierde efectivamente. - - - - - - - - - - - - - - -

La excitación de un electrón dentro del cristal de material luminiscente se conoce normalmente como "absorción"

y la liberación subsecuente de energía visible desde el electrón excitado se conoce comúnmente como "emisión" del cristal. El proceso físico adoptado dentro del cristal entre la absorción de la energía de entrada y la emisión subsecuente o liberación de energía como luz visible, es el mecanismo luminiscente descrito general y brevemente antes. - - - -

Se hace referencia aquí a la figura 6 de los dibujos anexos, en donde se ilustra una curva típica de "absorción-emisión" de un cristal de material luminiscente, tal como sulfuro de zinc. La característica de absorción o curva generalmente designada 54, y particularmente las frecuencias contenidas dentro de esta curva de absorción, son dictadas por la estructura molecular del material luminiscente de sulfuro de zinc mismo, y es una función directa de la cantidad de energía necesaria para elevar un electrón desde la banda de valencia a la banda de conducción del cristal de material luminiscente. Por ejemplo, la diferencia de energía entre las bandas de valencia y de conducción del sulfuro de zinc es de 3,7 eV. Resolviendo la ecuación de Planck E=hv, para la v desconocida, en v igual a la frecuencia de un quantum de radiación, en donde h igual a la constante de Planck, y en donde E igual a 3,7 eV, se verá que un quantum de radiación incidente que tiene una frecuencia de alrededor de 3300 Angstroms contiene la energía necesaria para excitar el cristal. Corroborando este cálculo por datos experimentales, la curva de absorción para el cristal de sulfu-

18

ro de zinc, como se ilustra en la figura 6 de los dibujos, indica que este cristal absorberá energía, generalmente en la escala ultravioleta, que tiene longitudes de onda de alrededor de 3000 Angstroms a alrededor de 3600 Angstroms, con una absorción máxima ocurriendo a alrededor de 3300 Angstroms, como se calculó. A todas las demás frecuencias de radiación de entrada, el cristal de sulfuro de zinc generalmente será transparente. Mediante cálculos similares, puede determinarse la excitación primaria o frecuencia de absorción de cualquier material luminiscente. - - - - - - - - -

Cuando se ha excitado un electrón del cristal de material luminiscente mediante el quantum absorbido de la radiación de entrada, dicho electrón, como se discutió brevemente antes, migra a través de la banda de conducción del cristal hasta que sea atrapado en un estado de energía "meta estable" o hasta que llegue a un centro luminiscente. Dichos centros luminiscentes pueden proporcionarse por dislocaciones u otros defectos que ocurren inherentemente dentro de los cristales, tal como es primariamente el caso de los tungstatos de calcio y de magnesio, pero normalmente están provistos por la adición de pequeñas cantidades de impurezas químicas en el cristal. Dichas impurezas químicas se añaden en porcentajes más bien nominales, la cantidad requerida de los cuales variará dentro de amplios límites, dependiendo de las características deseadas de la emisión de luz, y se conocen como "activadores". Por ejemplo, el sulfuro de

calcio requiere pequeños vestigios de bismuto como activador, los materiales luminiscentes de zinc-silicato de berilio y borato de cadmio requieren cantidades muy pequeñas de manganeso. Por otra parte, el sulfuro de zinc requiere activadores de cobre, plata, manganeso, etc., la cantidad de cobre necesaria aquí, por ejemplo, siendo del orden de 0,01%. El borato decadmio, por ejemplo, se activa con 0,1% de manganeso y el zinc-silicato de berilio requiere un valor nominal de 2 a 2,5% de manganeso. El "activador" particular o impureza química requerida para un material luminiscente dado, de manera que cree centros luminiscentes, ha sido objeto de mucha investigación y se hace referencia aquí a los muchos textos disponibles, tales como Luminescence in Crystals, D. Curie, Methuen and Co. Ltd., Gran Bretaña, 1963. - - - - - - - - - -

El "activador" añadido a un cristal de material luminiscente dado, produce los centros luminiscentes que se discuten antes, y fija adicionalmente el color o frecuencia de la energía visible emitida. Así, y nuevamente haciendo referencia a la figura 6, una curva típica de "emisión" 56 se ilustra para un cristal de sulfuro de zinc activado con cobre, plata o manganeso, como se sabe. Es importante hacer notar que un proceso verdadero de conversión de energía se efectúa dentro del cristal, ya que la frecuencia de la radiación incidente, tal como la radiación incidente que normalmente es de naturaleza ultravioleta, se convierte a radiación visible de colores variables, dependiendo del "activador" parti-

cular añadido en forma conocida. Con el mecanismo convencional o luminiscente corriente, la eficacia global más grande se extiende cuando la radiación de entrada se hace coincidir o se constriñe a frecuencias primarias que caen dentro de la curva de absorción particular del material luminiscente dado. Adicionalmente, la selección del "activador" o impureza que proporciona el centro luminiscente corriente, dentro de un material luminiscente dado, dicta la intensidad y el color de la luz emitida del cristal, convertida de la energía absorbida.

Ha de notarse que en la mayoría de los procesos luminiscentes, la frecuencia de la radiación emitida es menor que la frecuencia de la radiación incidente, ya que está de acuerdo con la ley de Stokes. A lo sumo, todo lo que puede esperarse en la forma de eficacia del mecanismo luminiscente, es que por cada quantum de radiación de entrada se produzca un quantum de radiación emanada. Sin embargo, aún si se alcanzara en alguna forma una eficacia completa de 100% de quantum (solamente se ha alcanzado una eficacia de 80% de quantum por la mayoría de los materiales luminiscentes con el mecanismo luminiscente convencional, debido a pérdida por calor, estados meta estables y similares), la eficacia de conversión de energía real por la ley de Stokes y por la ecuación de Planck, es todavía considerablemente menor, y puede mostrarse que es:

$$\text{Eficacia} = (1 - {}^{L_1}/_{L_2}) \times 100$$

en donde L_2 es la longitud de onda de la radiación emanada y L_1 es la longitud de onda de la radiación incidente. Por

ejemplo, si la radiación de longitud incidente tiene una longitud de onda de 2537 Angstroms, la línea de resonancia primaria del mercurio, y la radiación que emana tiene una longitud de onda de 5790 Angstroms, dando un color anaranjado-rojo visible, entonces la eficacia máxima del proceso de conversión en este caso sería sólo de alrededor de 60%. Puesto que la eficacia quántica del mecanismo luminiscente es sólo alrededor de 80% en la práctica, en lugar del 100% teorizado aquí, los porcentajes de eficacia para una conversión dada de frecuencias son en realidad mucho menores. La presente invención propone elevar la eficacia quántica de la conversión de energía dentro del material luminiscente por encima de la eficacia que se obtiene ahora en el arte, modificando el mecanismo luminiscente mismo, en su gran mayoría a través de su recapturación, como luz visible, de la energía almacenada y atrapada en el estado meta-estable. - - - - - - - - - - - -

Como se señaló antes, algunos de los electrones del cristal de material luminiscente quedan atrapados en estados "meta-estables" y no puede contribuir al proceso inmediato de producción de luz. De tal manera, cuando se utiliza un material luminiscente dado que tiene "actividores" normales o sus impurezas químicas, no se proporciona mecanismo para "liberar" estos electrones atrapados en el estado de energía meta-estable, de manera que estos electrones atrapados puedan por sí mismos contribuir simultáneamente al proceso de luminiscencia. Puesto que la energía se toma del frente de

onda de excitación incidente para elevar estos electrones a un estado de energía atrapado o meta-estable, y puesto que dichos electrones no contribuyen fácilmente al proceso de producción de luz, esta energía se desperdicia esencialmente. Como resultado, la eficacia quántica del mecanismo luminiscente se limita a lo que se discutió y está bastante reducida por debajo de la que podría ocurrir si todos los electrones excitados contribuyeran directamente al proceso de producción de luz. En virtud de una técnica de estimulación óptica, la presente invención proporciona el mecanismo necesario para "liberar" estos electrones atrapados, de manera que estos electrones contribuyan simultáneamente al proceso de producción de luz. - - - - - - -

Haciendo referencia ahora a la figura 7, se ilustra una ilustración esquemática de diversos niveles de energía dentro de un cristal de material luminiscente. El cristal de material luminiscente se ilustra teniendo una banda de valencia 58 y una banda de conducción 60. La radiación incidente designada generalmente 62 se proporciona a partir de alguna fuente externa y se utiliza para excitar un electrón 65 desde la banda de valencia 58 a la banda de conducción 60, como se ilustra esquemáticamente por la flecha 64. La longitud de onda de la radiación incidente 62 para efectuar la luminiscencia se fija mediante las características de absorción del sistema particular de cristal-activador, como se discutió antes con referencia a la figura 6

18 JU

y, para los materiales luminiscentes usuales, normalmente se extiende dentro de la escala de radiación ultravioleta, como se sabe. Un quantum de radiación incidente 62, que tiene una frecuencia fija dada dentro de la escala ultravioleta, contiene suficiente energía para elevar justamente el electrón 65 desde la banda de valencia a la banda de conducción. En otras palabras, la energía de un quantum de radiación incidente 62 es aproximadamente la diferencia de energía entre el fondo de la banda de conducción 60 y la parte superior de la banda de valencia 58, dicha diferencia de energía, como se discute antes, extendiéndose generalmente solo dentro de la escala ultravioleta. - - - - -

Una vez que se ha elevado el electrón a lo largo de la trayectoria esquemática 64, hasta un estado excitado como se evidencia por su colocación en la banda de conducción 60, dicho electrón puede migrar o desplazarse a través de la red cristalina, la trayectoria de migración ilustrándose esquemáticamente por la flecha 68. Idealmente, el electrón 65 encontrará su camino a un centro luminiscente o de recombinación, designado generalmente 70, provisto por la adición de un "activador" o "activadores" de impureza química conocidos, dentro de la estructura cristalina. - - -

El activador mismo tiene una banda de valencia o nivel de energía permanente, designado generalmente 72 y un nivel de energía excitado o banda de conducción designado generalmente 74, cuyas magnitudes son conocidas. El electrón

65, cuando se aproxima al centro de luminiscencia designado generalmente 70, cae al estado excitado 74 de dicho centro de luminiscencia 70. Posteriormente, el electrón cae del estado excitado 74 al estado permanente 72 del centro de luminiscencia, libera un quantum o fotón de energía, designado 76 en el procedimiento. Esta energía emitida o liberada 76 tiene una longitud de onda normalmente superior a 4000 Angstroms más o menos, y está en la forma de un quantum o fotón de luz visible. La energía del fotón emitido es aproximadamente igual a la diferencia energética entre el nivel excitado 74 y el nivel permanente 72 del activador, que proporciona el centro luminiscente 70. - - - - -

Si cada quantum incidente de radiación 62 proporciona directamente un fotón emitido o quantum de luz visible 76 a través del proceso descrito antes, la eficacia quántica máxima del proceso de conversión energética dentro del material luminiscente, se habrá alcanzado. Sin embargo, ciertos electrones como se discute antes, no alcanzan un centro luminiscente o de recombinación 70. Más bien dichos electrones pueden encontrarse "atrapados" en diversos estados de energía meta-estable o niveles ilustrados por los números de referencia 78 y 80, por ejemplo. Nuevamente, se recordará que dichos estados "meta-estables" o "trampas" generalmente son provocados por imperfecciones físicas o impurezas dentro del cristal de fósforo y los niveles de energía de los estados meta-estables para un

10 JU

cristal dado se conocen o se pueden calcular y/o determinar (véase Luminescence in Crystals, citada anteriormente, Luminescence of Inorganic Solids, Goldberg). Así, para propósito de ilustración, se supone que un electrón 65 excitado por la radiación incidente 62 al nivel de energía de conducción o excitado 60 del cristal, no encuentra su camino al centro luminiscente 70, sino que cae a un estado de energía meta-estable 80 o trampa. Esta contingencia se representa por la línea punteada 78. Una vez en el estado de energía meta-estable 80, el electrón atrapado no puede alcanzar la banda de conducción 60 a menos que absorba una cantidad de energía ev' igual a la diferencia energética entre el nivel de energía meta-estable o trampa 80 y el fondo de la banda de conducción 60 del cristal. Dicho electrón atrapado podría adquirir la cantidad necesaria de energía ev' a través de agitación térmica o de vibración del cristal de material luminiscente, para ser liberado así después de un cierto lapso de tiempo dado. Sin embargo, para propósitos prácticos, un electrón, una vez atrapado en un estado de energía meta-estable tal como 80, no contribuye al proceso de luminiscencia. Como se describe en la figura 7, pueden encontrarse muchos estados diferentes de energía meta-estable en un cristal dado. -

La presente invención, por medio de una técnica de estimulación óptica, libera los electrones atrapados en estados meta-estables tales como 80 impartiendo a estos electrones una cantidad suficiente de energía ev', por ejemplo, obteni-

18 JUN. 1959

da no a través de agitación térmica o de vibración del cristal, sino a partir de la radiación incidente real 62 de las diversas frecuencias mismas. Los electrones así liberados contribuyen al proceso de luminiscencia simultáneamente con el choque de otra radiación incidente, y de tal manera aumentan la eficacia quántica de la conversión de energía dentro del cristal. - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

Haciendo referencia nuevamente a la figura 6, para "liberar" un electrón en el estado meta-estable o trampa 80, por ejemplo, debe impartirse una energía igual a ev' a dicho electrón. Similarmente, para liberar un electrón atrapado en el estado meta-estable 78, por ejemplo, debe impartirse a dicho electrón un quantum de energía igual a ev. Las mismas consideraciones se aplican para la liberación de electrones en todos los demás estados meta-estables de un cristal dado, solamente dos de dichos estados ilustrándose aquí por conveniencia de ilustración. La cuestión queda ahora en la forma de que se puedan introducir las energías discretas dentro del cristal, y transferirse específicamente a los electrones atrapados en ellos. Debe apreciarse que los niveles de energía ev' y ev son significativamente menores que el nivel de energía denotado por el espacio entre la banda de valencia 58 y la banda de conducción 60 del cristal. Como se ha señalado, la longitud de onda correspondiente de radiación incidente necesaria para proporcionar un quantum de energía igual al espacio de energía principal entre las bandas de conducción y de valencia de la mayoría de los materiales luminiscentes,

se extiende dentro de la escala ultravioleta. Consecuentemente, la radiación incidente necesaria para proporcionar los niveles de energía menores ev' y ev, necesariamente tendrían que ser de longitudes de onda mayores que la ultravioleta. En otras palabras, la longitud de onda de la radiación incidente necesaria para proporcionar un quantum de energía ev' o ev, debe ser mayor que la ultravioleta y, de hecho, puede mostrarse que cae dentro del espectro de luz visible o casi visible, y algunas veces específicamente cerca de la escala infrarroja. - - - - - - - - - - - - -

De tal manera, se podría suponer que si la radiación incidente que choque sobre un cristal de material luminiscente tal como sulfuro de zinc en este ejemplo, tuviera frecuencias dentro de las escalas casi visible, visible e infrarroja, entonces se impartiría suficiente energía a los electrones atrapados en los estados meta-estables, de manera que se elevaran estos electrones a la banda de conducción 60 del material luminiscente. Sin embargo, y haciendo referencia nuevamente a la figura 6, se ha mostrado que el sulfuro de zinc, como generalmente es el caso de todos los materiales luminiscentes, es transparente a las frecuencias visible, casi visible e infrarroja, y de hecho, solamente absorbe la radiación incidente que tiene frecuencias dentro de la escala ultravioleta, según seevidencia y se discute con respecto a la curva de absorción 54. Por supuesto, a menos que la radiación incidente se absorba un tanto, virtualmente no tendrá efecto alguno sobre el cris-

tal y no podría excitar los electrones atrapados en él. - -

Así, es necesaria cierta técnica de manera que se imparta a un material luminiscente la capacidad de absorber las frecuencias visible, casi visible e infrarroja, de manera que excitara los electrones atrapados en los estados metaestable, nuevamente a la banda de conducción del cristal mismo. En este sentido, se propone utilizar la estimulación óptica o las técnicas de excitación en cascada, que podrían impartir a un cristal de material luminiscente la capacidad de absorber estas energías necesarias para liberar los electrones atrapados. - - - - - - - - - - - - - - - -

Haciendo referencia nuevamente a la figura 6, debe notarse nuevamente que el sulfuro de zinc, por ejemplo, solo absorbe normalmente las longitudes de onda de 3000 a 3600 Angstroms, que quedan claramente dentro de la zona ultravioleta. Se ha descubierto que mediante la adición de arsénico, por ejemplo, se proporciona una zona de absorción adicional para el cristal de sulfuro de zinc, que ocurre en las longitudes de onda mayores necesarias para proporcionar la energía para liberar los electrones atrapados. Se hace referencia a la curva 80 de la figura 6, que ilustra la extensión de la curva de extensión para el sulfuro de zinc, cuando se utiliza arsénico como un activador adicional. Otros activadores tales como aluminio y cobalto también sirven para extender la escala de absorción del cristal de sulfuro de zinc, según se evidencia por las curvas 81 y 83, respectivamente. Debe entenderse que estos acti-

vadores adicionales no proporcionan por sí mismos centros luminiscentes dentro de ningún material luminiscente dado. Dichos activadores adicionales, denominados en lo sucesivo "activadores de excitación" se usan para introducir varias bandas adicionales de la escala espectral, según es necesario para la excitación apropiada de los electrones atrapados en los niveles de energía meta-estable. Debe entenderse expresamente que dichos activadores adicionales no deben confundirse con los llamados "sensibilizadores" que no desvían las características de absorción de un cristal como lo hacen "los activadores de excitación" de la presente invención. - -

Algo de la energía de excitación absorbida por los activadores adicionales, dicha energía extendiéndose dentro de las longitudes de onda mayores de radiación incidente, se transfiere el activador principal o que proporciona el centro luminiscente, que puede ser cobre, plata o manganeso en el caso del cristal de sulfuro de zinc, como se sabe, y que reaparece como luz en la característica de banda de emisión del activador principal mismo, en combinación con el cristal. En otras palabras, la fluorescencia del material fluorescente es compuesta e incluye la banda de emisión del material luminiscente y del activador a las intensidades relativas que dependen de su concentración. - - - - - - - -

Se cree, aunque no se entiende perfectamente, que la transferencia de energía de un activador a otro procede mediante un proceso de resonancia. - - - - - - - - - - - - - -

18 JU

En resumen de lo anterior, se propone así que la energía de excitación de un activador pueda transferirse a otro activador o centro luminiscente en dos formas, ya sea como una transferencia directa o, cuando el centro activador segundo está demasiado alejado, como una transferencia por etapas a través del medio de activadores que intervienen, defectos o centros de impureza. Por supuesto, esto eleva la cuestión válida de que pérdidas de energía de excitación ocurren durante estas etapas de transferencia y adicionalmente, como dependen estas pérdidas de las concentraciones relativas de los activadores. Se han acumulado datos en este sentido y evidencian una ganancia neta en la eficacia quántica del proceso de conversión de luz nominalmente de 20% sobre la normal proporcionando activadores adiciones de espectro de banda amplia o "excitadores", cada uno funcionando no como centros luminiscentes, sino para absorber una cantidad adicional de radiación que tenga longitudes de onda específicas, transfiriendo después esta energía al activador principal en donde se evidencian acumulativamente todas las energías radiantes absorbidas, como luz. -

Haciendo referencia nuevamente a la figura 7, esta activación encascada o proceso de estimulación óptica, se ilustra diagramáticamente. Como se señaló antes, los materiales activadores adicionales o de "excitación" se han introducido al cristal, dichos activadores adicionales no crean por sí mismos centros luminiscentes, sino proporcionan

meramente la absorción de longitudes de onda mayores de radiación incidente que el cristal, por sí mismo y/o con la adición del activador principal o que proporciona el centro luminiscente, dejaría pasar normalmente. Una impureza activadora adicional o "de excitación" tal como arsénico en el caso del sulfuro de zinc, generalmente se designa por el número de referencia 82 en la figura 7. El activador adicional o excitador mismo tiene un estado excitado 84 y un estado permanente 86. Cuando la radiación incidente 63 que tiene frecuencias que corresponden a las regiones visible, casi visible y específicamente infrarroja del espectro, chocan sobre el activador excitador 82, dicha energía será absorbida por él. En el caso del arsénico como activador de "excitación" la energía que tiene una longitud de onda de alrededor de 3600 Angstroms será absorbida. Sin el activador excitador adicional 82, por supuesto, dicha energía que tiene estas longitudes de onda mayores, pasaría normalmente a través del cristal. - - - -

Un electrón 88 en el estado permanente 86 del activador excitador 82, sería excitado por la radiación de choque 63 de la longitud de onda mayor y elevado al estado excitado 84 del activador excitador. El electrón 82 subsecuentemente caería de nuevo al estado permanente o no excitado 88 del activador excitador y, en el proceso, emitiría un fotón o quantum de energía 90. Nuevamente, en el caso del arsénico como activador adicional o excitador, el quantum de radiación 90 emitido internamente tiene una energía de aproximadamente 0,86 eV. La cantidad de energía

18 JU

contenida en el quantum del fotón 90, 0,86 eV, puede considerarse substancialmente igual a eV', el nivel de energía de por lo menos uno de los estados meta-estables conocidos de sulfuro de zinc, y es la cantidad de energía necesaria para elevar un electrón atrapado en el estado metaestable o trampa 80, por ejemplo, a la banda de conducción 60 del cristal. De tal manera, cuando el quantum o fotón 90 choque sobre un electrón en la trampa 80, por ejemplo, el electrón en la trampa tiene impartida energía adicional en la cantidad eV', y de tal manera es elevado a la banda de conducción 60 del cristal, encontrando posteriormente su camino al centro luminiscente 70 y produciendo un fotón 76 de luz visible. - -

Para cada estado metaestable diferente o trampa que ocurre dentro de un cristal dado, y las escalas de los estados metaestables o parámetros se conocen o pueden determinarse por experimento, como se ha discutido, se introduciría una impureza adicional específica o activador excitador 82, dentro del cristal, de manera que el cristal absorbiera radiación que tuviera las longitudes de onda mayores requeridas específicas y, subsecuentemente, a través de esta estimulación óptica o proceso de excitación en cascada, impartir energía suficiente a los electrones atrapados de manera que se liberen nuevamente a la banda de conducción del cristal. Nuevamente, como se discutió anteriormente, en el caso de un material luminiscente de sulfuro de zinc, la adición de los activadores de excitación aluminio y cobalto sirve para

18

liberar los electrones atrapados en otros estados metaestables conocidos de los cristales que tienen niveles de energía diferentes. Aunque estos activadores de excitación diferentes se utilizan para cada estado metaestable diferente respectivamente del cristal, deberá apreciarse que el porcentaje de la cantidad de un activador excitador dado provisto, está en proporción con la cantidad de estados metaestables encontrados al mismo nivel de energía dentro del cristal. Para un material luminiscente de sulfuro de zinc activado con cobre, plata o manganeso para proporcionar el centro luminiscente, por ejemplo, se ha encontrado adecuado de 0,05 a 0,8% de arsénico, de 0,1 a 2,0% de aluminio y de 0,2 a 4,0% de cobalto, aunque se prefiere 0,4% de arsénico, 1% de aluminio y 2% de cobalto. Para un cristal de pirofosfato de bario-calcio normalmente activado con zinc, por ejemplo, la adición de 0,2 a 1,6% de cada uno de magnesio, manganeso, estroncio y estaño, proporciona adecuadamente los activadores excitadores necesarios para liberar los electrones de los estados metaestables, aunque se prefieren concentraciones de 1%. Con un cristal de pirofosfato de bario normalmente activado con antimonio y lantano, se prefieren cantidades de 1% de cada uno, aunque son adecuadas concentraciones en la escala de 0,2 a 1,8%. Aplicando los principios inventivos enseñados aquí, quienes sean expertos en el arte pueden determinar fácilmente los activadores excitadores necesarios para cualquier fósforo o material luminiscente conocido dado, para incrementar así la eficacia

de conversión de energía. -

Así, desde un punto de vista estructural nuevamente, la presente invención difiere en una forma novedosa del arte anterior mediante la provisión, en cristales de material luminiscente conocidos, de elementos activadores adicionales o de excitación, no utilizados hasta ahora ni enseñados para impartir ventajas a un cristal dado. - - - - - -

Se dirige ahora la atención a la figura 8 de los dibujos anexos, en donde se describen las intensidades espectrales emitidas desde el tubo de descarga de gas utilizado como fuente de radiación para la presente invención. Esta fuente de radiación comprende un tubo de descarga, como se mencionó antes, desde el cual se ha separado el material luminiscente encontrado normalmente en su superficie interior, y se ha desplazado físicamente del frente de onda de excitación como se discute en el inicio de esta descripción. La fuente de radiación, consistente con la presente invención, se contempla que proporciona no solamente radiación dentro de las escalas ultravioleta, sino también suficiente radiación dentro de las escalas visible, casi visible e infrarroja, de manera que estimule o excite óptimamente, en forma de cascada, los activadores adicionales o excitadores introducidos dentro de un cristal dado. En este sentido, se notará que el tubo de descarga utilizado aquí contiene primariamente vapor de mercurio para proporcionar la radiación ultravioleta principal, pero también contiene una mezcla de gases nobles tales como helio, neón y argón, en cantidades dentro de la escala de 1% a 3% para el helio y el neón y alrededor de 94%

para el argón. Consecuentemente, las frecuencias espectrales de la radiación de salida del tubo de descarga de la presente invención, es la línea espectral acumulativa de radiación provista por cada uno de los gases y el vapor dentro del tubo, dichas frecuencias espectrales y las intensidades particulares de cada gas o vapor ilustrándose en la figura 8. - -

Debe ser aparente ahora que los objetos señalados inicialmente al comienzo de esta descripción, se han alcanzado satisfactoriamente. - - - - - - - - - - - - - - - - -

N O T A

Se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las siguientes: - -

R E I V I N D I C A C I O N E S

1.- Perfeccionamientos en los sistemas de iluminación y similares, caracterizados porque el sistema comprende dispositivos de radiación para generar radiación que tiene longitudes de onda ultravioleta, visible y casi visible, y una lámina delgada de dispositivo de material luminiscente desplazado físicamente del dispositivo de radiación y que responde simultáneamente a porciones predeterminadas de las longitudes de onda de la radiación generada para emitir luz visible. - - - - - - - - - - - - - - - -

2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1,

caracterizados porque el dispositivo de radiación comprende un tubo de descarga de gas que contiene vapor de mercurio y una mezcla de gases nobles. - - - - - - - - - - - - - - - -

3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque la mezcla de gases nobles en el tubo de descarga de gas incluye helio y neón en cantidades dentro de la escala de 1 a 3% y argón en una cantidad en exceso de 90%. -

4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque el sistema incluye adicionalmente dispositivos de alojamiento, porque se dispone el dispositivo de tubo de descarga de gas en el dispositivo de alojamiento y porque dicha lámina delgada de material luminiscente está dispuesta dentro del dispositivo de alojamiento. - - -

5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, caracterizados porque el dispositivo de alojamiento define un compartimento sustancialmente cerrado que tiene por lo menos una superficie que es por lo menos traslúcida a la luz visible, dicha lámina delgada de material luminiscente estando dispuesta adicionalmente en el interior del dispositivo de alojamiento sobre al menos la citada superficie.-

6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque el sistema incluye adicionalmente una placa de por lo menos material traslúcido, y porque la lámina delgada de material luminiscente está dispuesta en di-

cha placa en la trayectoria de radiación desde el dispositivo de tubo de descarga de gas. - - - - - - - - - - - - - - - - -

7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque la lámina delgada de material luminiscente comprende una capa de película de fluoruro de polivinilo que contiene partículas de material luminiscente, capas protectoras de fluoruro de polivinilo dispuestas a cada lado de la película de fluoruro de polivinilo, y una capa adhesiva dispuesta en una de las capas de fluoruro de polivinilo. - -

8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el material luminiscente comprende sólidos de material luminiscente suspendidos en un medio de polímeros orgánicamente activados, dispositivos activadores en los sólidos de material luminiscente para proporcionar centros luminiscentes, y dispositivos activadores excitadores separados en los sólidos de material luminiscente para absorber por lo menos porciones predeterminadas de la radiación generada, que tienen longitudes de onda casi visibles y visibles. -

9.- Perfeccionamientos en los sistemas de iluminación y similares, y más particularmente en los sistemas productores de luz, caracterizados porque el sistema comprende una fuente de radiación espectral ultravioleta, casi visible y visible; y un dispositivo de material luminiscente que responde simultáneamente por lo menos a porciones predeterminadas de la radiación espectral para des-

18

pedir luminiscencia. -

10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 9, caracterizados porque el dispositivo de material luminiscente comprende un cristal de sulfuro de zinc por lo menos un activador químico en él e impurezas químicas en él seleccionadas del grupo que consiste de arsénico, aluminio, cobalto y sus combinaciones. -

11.- Perfeccionamientos según la reivindicación 10, caracterizados porque la fuente de radiación comprende un tubo de descarga de gas que contiene vapor de mercurio y una mezcla de helio y neón en cantidades dentro de la escala de 1 a 3% de ellos, y argón en una cantidad en exceso de 90%. -

12.- Perfeccionamientos según la reivindicación 11, caracterizados porque el dispositivo de material luminiscente está desplazado físicamente del tubo de descarga de gas. - -

13.- Perfeccionamientos según la reivindicación 9, caracterizados porque el dispositivo de material luminiscente comprende un cristal de pirofosfato de bario-calcio, por lo menos un activador químico en él, e impurezas químicas en él seleccionadas del grupo que consiste de magnesio, manganeso, estroncio, estaño y sus combinaciones. - - - - - - - - -

14.- Perfeccionamientos según la reivindicación 13, caracterizados porque la fuente de radiación comprende un tubo de descarga de gas que contiene vapor de mercurio y una mezcla de helio y neón en cantidades dentro de la escala

18

de 1 a 3% y argón en una cantidad en exceso de 90%. - - - - -

15.- Perfeccionamientos según la reivindicación 14, caracterizados porque el dispositivo de material luminiscente está desplazado físicamente del tubo de descarga de gas. - -

16.- Perfeccionamientos según la reivindicación 9, caracterizados porque el dispositivo de material luminiscente comprende un pirofosfato de bario en cristal, por lo menos un activador químico en él, e impurezas químicas en él seleccionadas del grupo que consiste de antimonio, lantano y sus combinaciones. -

17.- Perfeccionamientos según la reivindicación 16, caracterizados porque la fuente de radiación comprende un tubo de descarga de gas que contiene vapor de mercurio y una mezcla de helio y neón en cantidades dentro de la escala de 1 a 3% y argón en una cantidad en exceso de 90%. - -

18.- Perfeccionamientos según la reivindicación 17, caracterizados porque el dispositivo de material luminiscente está desplazado físicamente del tubo de descarga de gas. - -

19.- Perfeccionamientos en los sistemas de iluminación y similares, caracterizados porque el sistema comprende un cristal de sulfuro de zinc, por lo menos un activador químico en él, e impurezas químicas en él seleccionadas del grupo que consiste de arsénico, aluminio, cobalto y sus combinaciones. -

20.- Perfeccionamientos según la reivindicación 19, caracterizados porque las impurezas químicas se seleccionan del grupo que consiste de 0,05 a 0,8% de arsénico, 0,1 a 2,0% de aluminio y 0,2 a 4,0% de cobalto. - - - - - - - - - -

21.- Perfeccionamientos según la reivindicación 20, caracterizados porque el activador químico se selecciona del grupo que consiste de cobre, plata y manganeso. - - - - -

22.- Perfeccionamientos en los sistemas de iluminación y similares, caracterizados porque el sistema comprende un cristal de pirofosfato de bario-calcio, por lo menos un activador químico en él e impurezas químicas en él, seleccionadas del grupo que consiste de magnesio, manganeso, estroncio, estaño y sus combinaciones. - - - - - -

23.- Perfeccionamientos según la reivindicación 22, caracterizados porque las impurezas químicas se seleccionan del grupo que consiste de 0,2 a 1,0% de magnesio, 0,2 a 1,0% de manganeso, 0,2 a 1,8% de estroncio y 0,2 a 1,8% de estaño. -

24.- Perfeccionamientos según la reivindicación 23, caracterizados porque el activador químico comprende zinc. -

25.- Perfeccionamientos en los sistemas de iluminación y similares, caracterizados porque el sistema comprende un cristal de pirofosfato de bario, por lo menos un activador químico en él e impurezas químicas en él seleccionadas del grupo que consiste de antimonio, lantano y

sus combinaciones. -

26.- Perfeccionamientos según la reivindicación 25, caracterizados porque las impurezas químicas se seleccionan del grupo que consiste de 0,2 a 1,8% de antimonio y 0,2 a 1,8% de lantano. - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

27.- Perfeccionamientos según la reivindicación 26, caracterizados porque el activador químico comprende estaño. -

28.- Perfeccionamientos en los sistemas de iluminación y similares, caracterizados porque el sistema comprende un cristal de material luminiscente que tiene impurezas químicas y defectos físicos en él, que crean estados de energía metaestables, dispositivos activadores dentro del cristal de material luminiscente para proporcionar en él centros luminiscentes, y dispositivos activadores excitadores dentro del cristal, que responden a porciones predeterminadas de radiación espectral casi visible y visible para liberar internamente quanta de energía dentro del cristal, sustancialmente iguales a la diferencia en el nivel de energía de por lo menos uno de los estados metaestables comparado con el nivel de energía asociado con la banda de conducción del cristal. - - - - - - - - - - - - - - -

29.- Perfeccionamientos en los sistemas de iluminación y similares, caracterizados porque el sistema comprende un cristal de material luminiscente capaz de absorber radiación espectral incidente que tiene longitudes de onda que quedan dentro de porciones predeterminadas de

las gamas casi visible y visible. - - - - - - - - - - - - - -

30.- Método para incrementar la eficacia quántica de conversión de energía dentro de un cristal de material luminiscente que tiene características de absorción predeterminadas conocidas, generalmente dentro de las longitudes de onda ultravioleta, caracterizado porque comprende la etapa de expander las características de absorción del cristal para incluir acumulativamente porciones predeterminadas de las longitudes de onda casi visibles y visibles. - - - - - -

31.- Perfeccionamientos en los sistemas de iluminación y similares, caracterizados por la provisión de un tubo de descarga que comprende un alojamiento tubular hueco de vidrio, electrodos en cada extremo del alojamiento y dispositivos de gas dentro del alojamiento operativos cuando se excitan para emitir radiación espectral que tiene frecuencias ultravioleta, casi visible y visible. - - - - - - - - -

32.- Perfeccionamientos según la reivindicación 31, caracterizados porque el alojamiento tubular está construído de un vidrio seleccionado del grupo que consiste de vicor, pirex, vidrio calizo y sus combinaciones. - - - -

33.- Perfeccionamientos según la reivindicación 31, caracterizados porque el alojamiento tubular comprende vidrio calizo que tiene aproximadamente 60% del óxido de magnesio del mismo reemplazado por sílice substancialmente pura. -

34.- Perfeccionamientos según la reivindicación 31, caracterizados porque el dispositivo de gas comprende vapor de mercurio y una mezcla de helio y neón en cantidades dentro de la escala de 1 a 3% y argón en una cantidad de más de 90%. -

35.- Perfeccionamientos en los sistemas de iluminación y similares, caracterizados porque el sistema comprende una fuente de radiación ultravioleta y una lámina delgada de material luminiscente desplazada físicamente de la fuente de radiación ultravioleta. - - - - - -

36.- Perfeccionamientos en los sistemas de iluminación y similares, caracterizados porque el sistema comprende una película de fluoruro de polivinilo que tiene un espesor en la escala de 10 a 100 micras y que tiene partículas de material luminiscente en ella. - - -

37.- Perfeccionamientos en los sistemas de iluminación y similares, caracterizados porque el sistema comprende una lámina delgada de material luminiscente que comprende una película de alcohol polivinílico que tiene partículas de material luminiscente en ella, una capa de fluoruro de polivinilo por lo menos en un lado de la película de alcohol polivinílico, y un revestimiento adhesivo en la capa de fluoruro de polivinilo. - - - -

38.- Perfeccionamientos según la reivindicación 37, caracterizados porque la lámina incluye capas de fluo-

II

ruro de polivinilo en ambos lados de la película de alcohol polivinílico. -

39.- Perfeccionamientos según la reivindicación 38, caracterizados porque la película de alcohol polivinílico tiene un espesor en la escala de 10 a 100 micras, y porque cada capa de fluoruro de polivinilo tiene un espesor en la escala de 0,025 a 0,076 mm. -

40.- Perfeccionamientos según la reivindicación 39, caracterizados porque la lámina incluye adicionalmente una capa de aluminio que tiene un espesor en la escala de 200 a 500 Angstroms, dispuesta entre la capa de fluoruro de polivinilo sobre la cual se dispone la capa de adhesivo, y la película de alcohol polivinílico. -

41.- Perfeccionamientos según la reivindicación 39, caracterizados porque el revestimiento adhesivo comprende un revestimiento de adhesivo acrílico microencapsulado, liberable en respuesta a la aplicación de presión. - - - - - - - - - - - - - - - - - -

42.- "PERFECCIONAMIENTOS EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACION Y SIMILARES Y METODO CORRESPONDIENTE". - - - - - - - - - - - - - - - - -

Todo ello conforme se describe y reivindica en la presente memoria que consta de cincuenta y dos hojas, foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras, y de dos láminas de dibujos que la ilustran.

BARCELONA, 18 JUN. 369

P. A. M. CURELL SUÑOL

mts/dv.

FIG. 1

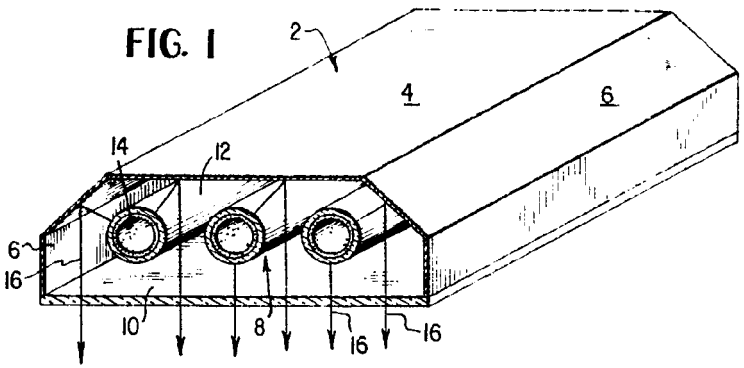


FIG. 2

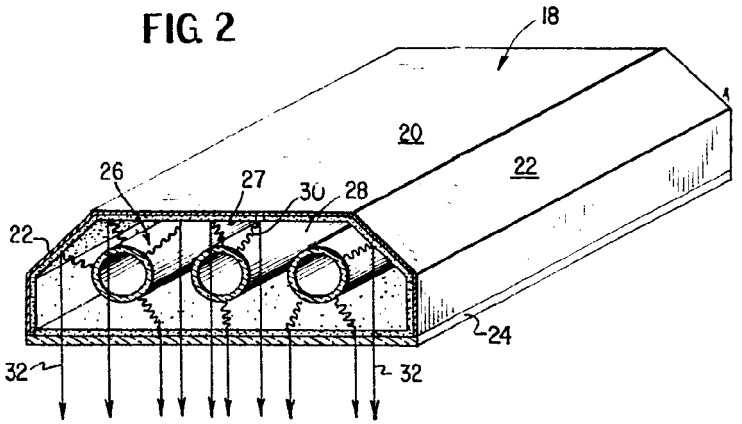


FIG 7

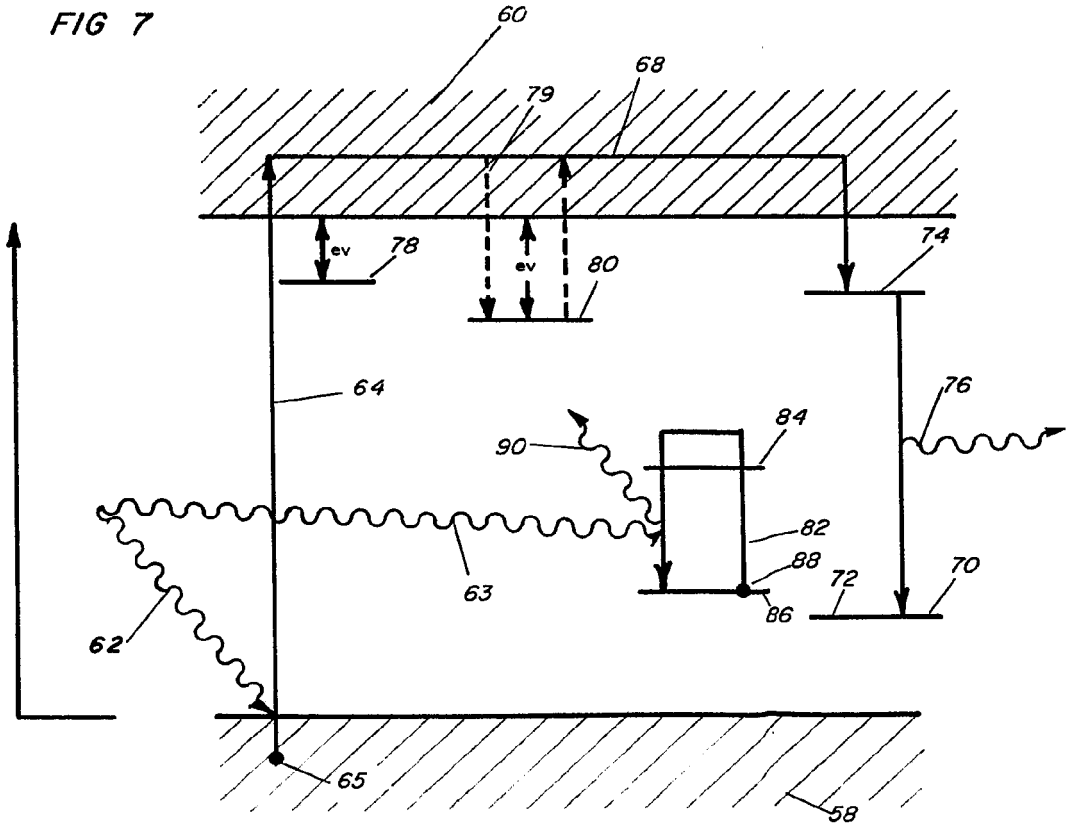


FIG 4

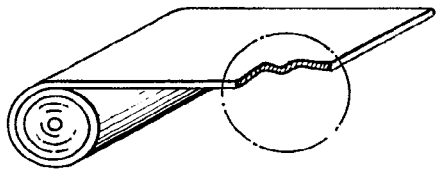


FIG. 5

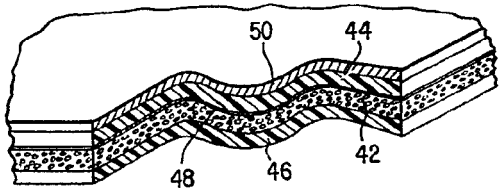


FIG. 1

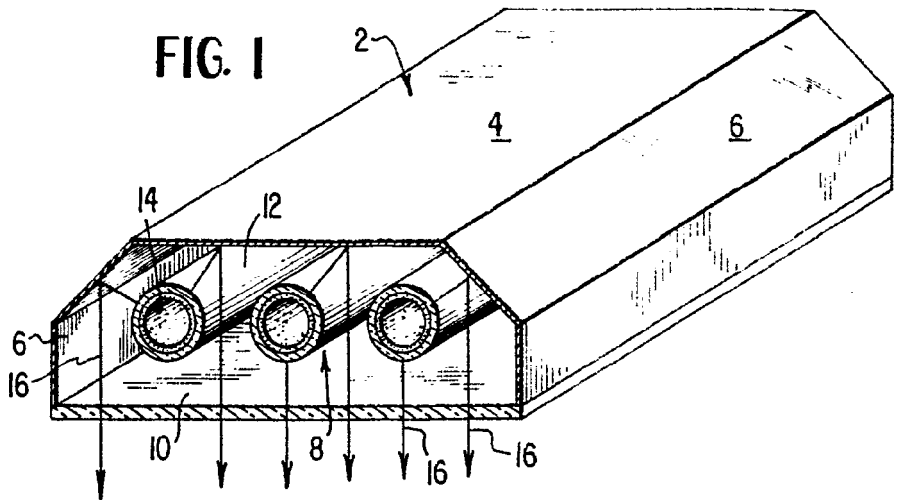

2
4
6
14
12
6
16
10
8
16
16

FIG 7

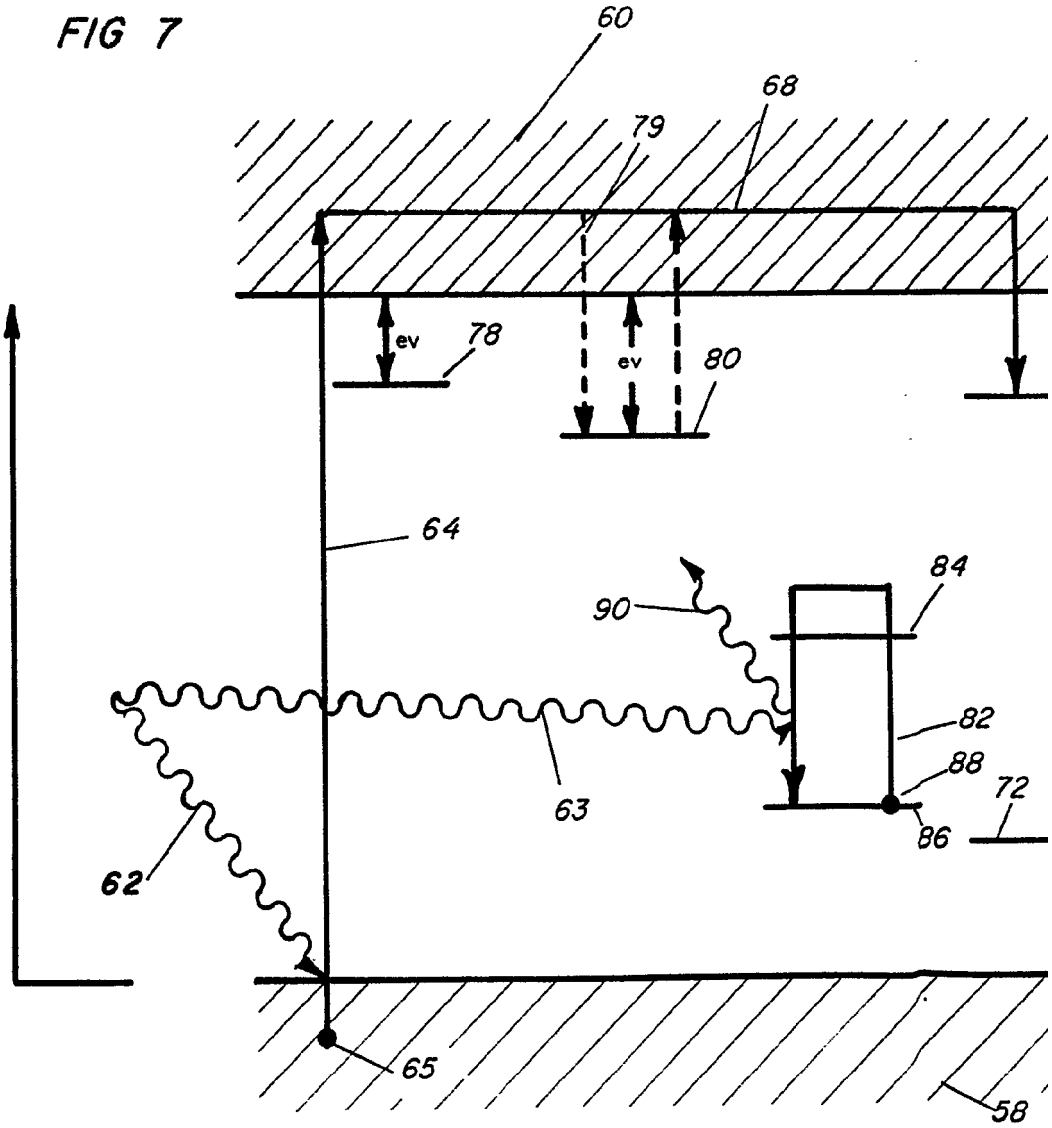
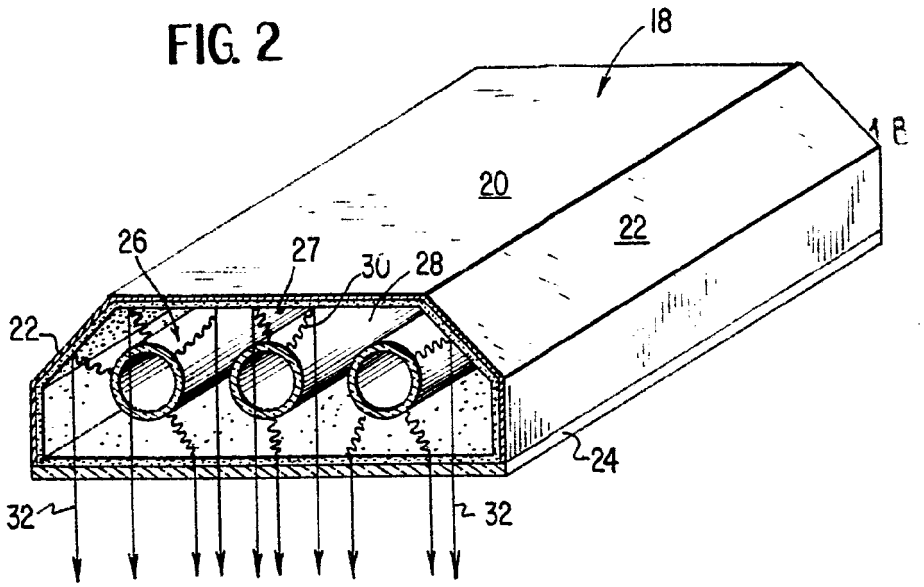

60
68
79
ev
78
ev
80
64
84
90
82
88
72
63
62
86
65
58

FIG. 2



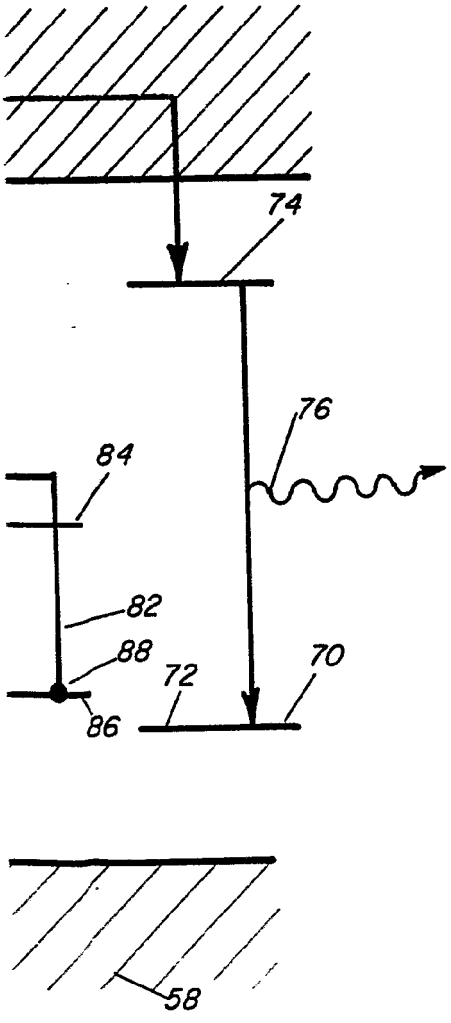


FIG 4

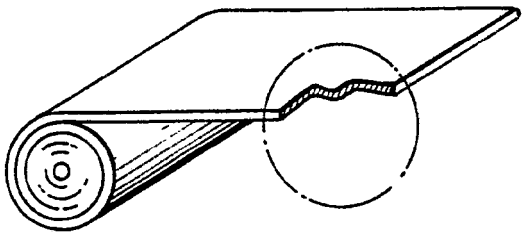


FIG. 5

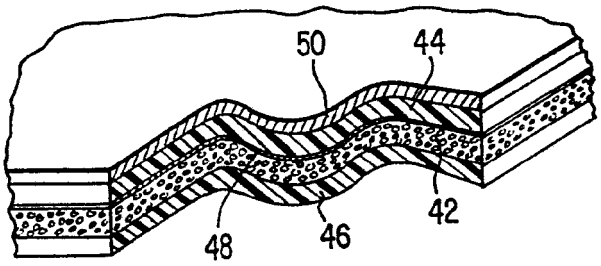


FIG. 3

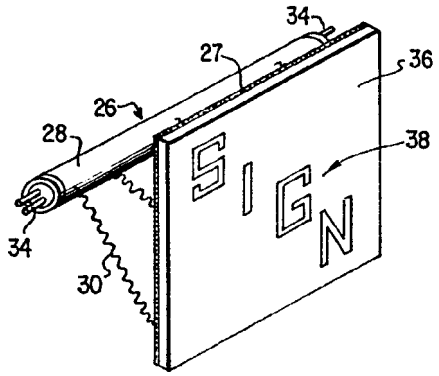


FIG 6

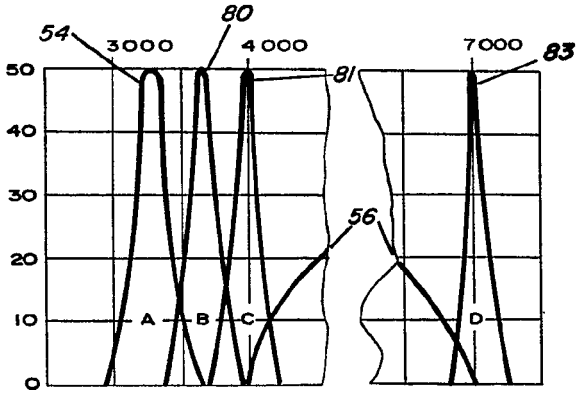


FIG 8

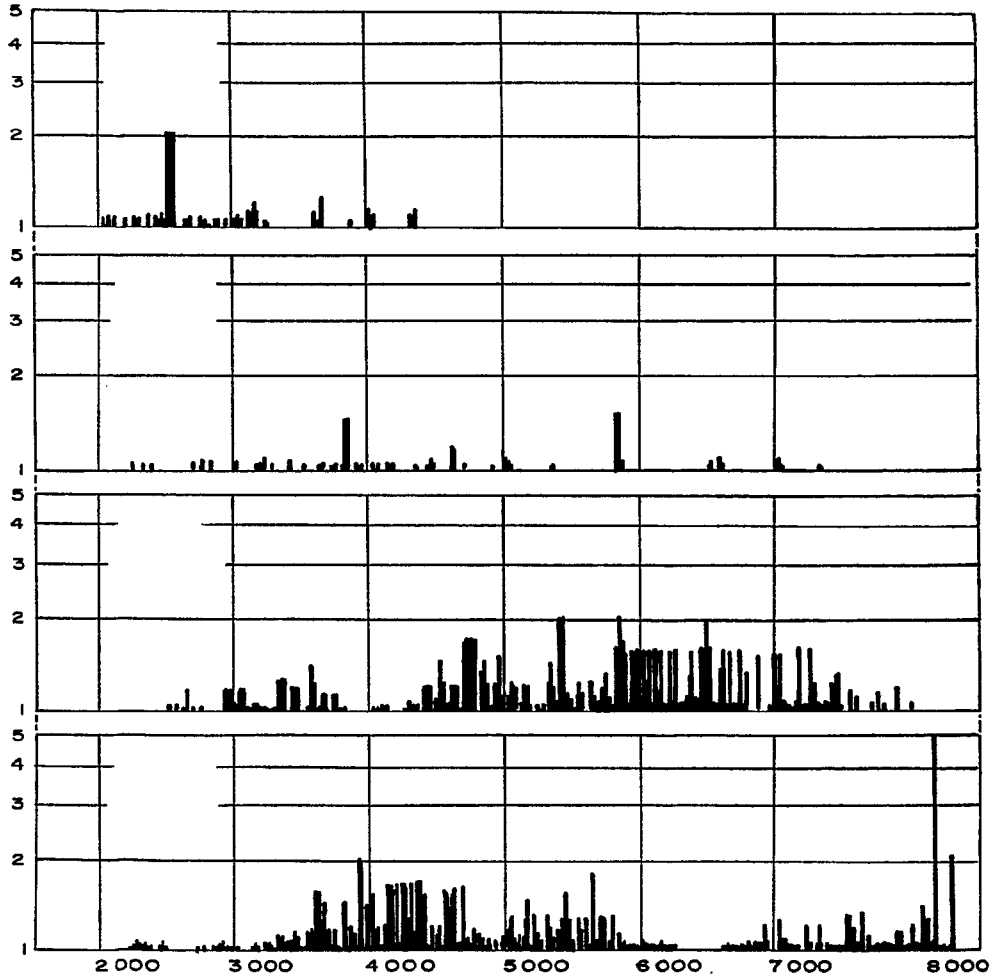


FIG. 3

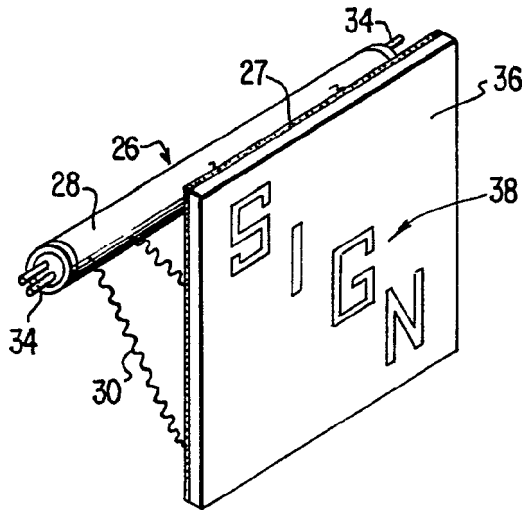
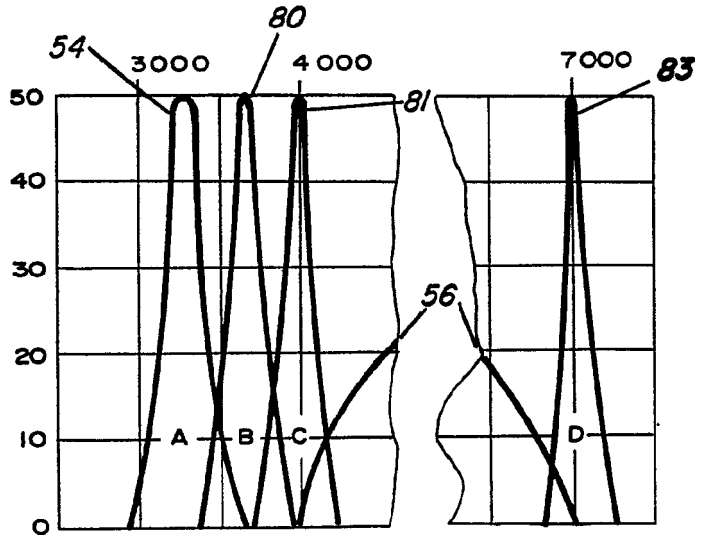
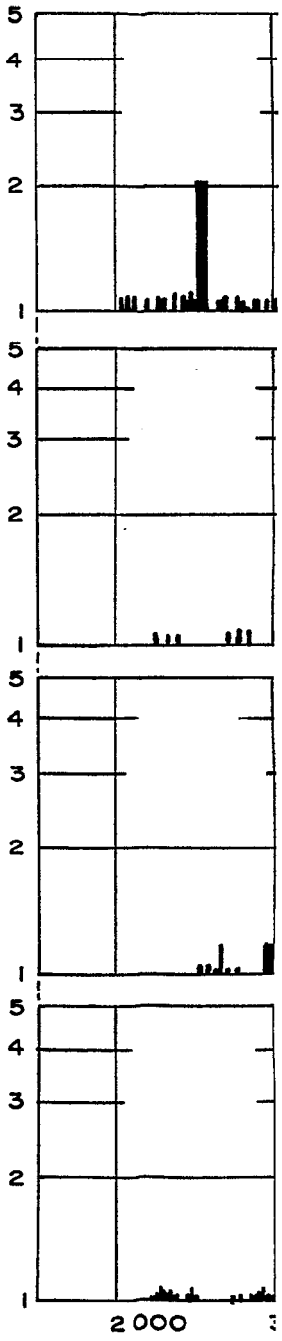

34
27
36
26
28
38
SIGN
34
30

FIG 6


54
80
3000
4000
7000
83
81
50
40
30
20
10
0
56
A
B
C
D


5
4
3
2
1
2000

18

FIG 8