

P - 35.518

IBM Docket 7983



342887

Memoria descriptiva

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

entidad / ~~nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en Armonk, N.Y., Estados Unidos de América

por: "UN APARATO SELECTOR DE FRECUENCIAS DE LASER MULTICO-
LOR" (Clase Internacional H01s)



Este invento se refiere en general a selectores de frecuencia de láser y, de un modo más especial, a un selector de frecuencia de láser multicolor que es capaz de seleccionar cualquiera de las posibles combinaciones de colores o frecuencias emitidas por un láser particular.

Los láseres de gas de helio y neón, por ejemplo, pueden hacerse que realice su función de láser en cualquiera de diversas frecuencias visibles o colores introduciendo un medio de dispersión en la cavidad óptica del láser. Se han sugerido varios dispositivos para seleccionar rápidamente una de esas frecuencias para la acción de láser.

No obstante, existen aplicaciones para las cuales se desea seleccionar una combinación particular de los colores o frecuencias producidos por un láser. Una aplicación de tal selector de láser multicolor está en el sistema de memoria descrito en la Patente Francesa número 1.420.705. En esta patente se describe un sistema de memoria de acceso aleatorio de gran velocidad para almacenar grandes cantidades de información. El almacenamiento de información está basado en la técnica fotográfica de Lippmann y permite la utilización de la dimensión de profundidad de una película de Lippmann para registrar información adicional en películas. La información es registrada aplicando a cada zona de almacenamiento de información varias combinaciones de frecuencias de luz anarmónicas que contienen información en forma de una condición de presencia de luz o de ausencia de luz. El tiempo requerido para registrar la información es proporcional a la intensidad de los haces de luz y puede hacerse que sea breve

342887



utilizando haces de láser.

Un selector de láser multicolor sería también útil en un sistema de exhibición multicolor.

5 Por consiguiente, el objeto principal de este inven-
to es proporcionar un selector de frecuencia de láser mul-
ticolor que sea capaz de seleccionar rápidamente cualquie-
ra de las posibles combinaciones de los colores emitidos
por un láser.

10 Un objeto más específico de invento es proporcionar
un selector de frecuencia de láser multicolor de gran ve-
locidad que seleccione la combinación de colores por me-
dios electroópticos.

15 Los anteriores y otros objetos, características y
ventajas del invento, se pondrán de manifiesto de la des-
cripción más detallada que sigue de realizaciones prefe-
ridas del invento, tal como se han ilustrado en los dibu-
jos que se acompañan.

La Fig. 1a es un diagrama esquemático en que se ilus-
tra una realización del invento;

20 La Fig. 1b es una vista ampliada de una parte de la
Fig. 1a y muestra un detalle adicional;

La Fig. 2 es un diagrama esquemático de una realiza-
ción preferida del invento;

25 La Fig. 2a es un diagrama esquemático de un prisma
en que se ilustran sus propiedades de reflexión;

La Fig. 3 ilustra las direcciones de polarización
de las diversas longitudes de onda después que el haz de
láser ha pasado a través del cristal de cuarzo de la Fig.
2;

30 La Fig. 4 ilustra las direcciones de polarización



de tres longitudes de onda después del paso del haz del láser a través de un segundo cristal de cuarzo;

5 La Fig. 5 ilustra las direcciones de polarización de dos longitudes de onda de un haz de láser después que este pasa a través de un tercer cristal de cuarzo;

La Fig. 6 es un diagrama esquemático de otra realización del invento;

10 La Fig. 7 ilustra las direcciones de polarización de las diversas longitudes de onda después del paso del haz de láser a través del primer cristal de cuarzo de la Fig. 6;

La Fig. 8 ilustra las direcciones de polarización después del paso de haz de láser a través del segundo cristal de cuarzo de la Fig. 6;

15 La Fig. 9 es un diagrama esquemático de otra realización del invento;

La Fig. 10 ilustra las direcciones de polarización de las longitudes de onda después que el haz de láser pasa a través del primer cristal de cuarzo de la Fig. 9;

20 La Fig. 11 ilustra las direcciones de polarización de las cuatro longitudes de onda del haz de láser después que éste pasa a través del segundo cristal de cuarzo de la Fig. 9;

25 La Fig. 12 es un diagrama esquemático de otra realización del invento que incorpora un deflector de luz digital; y

La Fig. 13 ilustra un interruptor electro-óptico bidimensional incorporado en el deflector de la Fig. 12.

30 El descubrimiento de láseres de gas ionizado, tal como de argón o de cripton, permite el funcionamiento de láseres



gaseosos a niveles muy altos de potencia de onda continua, tales como de dos vatios, por ejemplo. Tales láser produ-
cen longitudes de onda múltiples simultáneamente en toda
la banda de luz visible. El argón, por ejemplo, produce
5 simultáneamente las ocho salidas siguientes:

- 4.579 U.A.
- 4.650 U.A.
- 4.727 U.A.
- 4.765 U.A.
- 10 4.880 U.A.
- 4.956 U.A.
- 5.017 U.A.
- 5.145 U.A.

En la Fig. 1 se ha ilustrado esquemáticamente una
15 realización del invento para seleccionar combinaciones de
color o frecuencias de un láser de argón. Se ha provisto
un tubo 10 de láser que contiene gas argón ionizado como
el medio de temperatura negativa. Las ventanillas 12 y 14
en ángulo de Brewster forman las paredes extremas del lá-
20 ser 10. Un espejo de salida 16 de transmisión parcial es-
tá espaciado de la ventanilla 12. Espaciado de la ventani-
lla 14 hay un prisma 18. Ocho conmutadores electro-ópticos
20 están espaciados del prisma 18 y orientados de modo que
cada uno de ellos intercepta uno diferente de los ocho co-
25 lores emitidos por el láser 10. Espaciados desde los conmu-
tadores electro-ópticos 20 hay ocho espejos correspondien-
tes 22. Los espejos 22 y el espejo 16 forman la cavidad 23
del láser.

Cuando el láser 10 de argón es convenientemente bom-
30 beado para producir una temperatura negativa o inversión



de la población, tiene lugar la acción de láser. La acción de láser produce en este caso un haz de láser que contiene ocho frecuencias distintas, y la acción de láser (oscilación) del láser será mantenida para cada longitud de onda o frecuencia en tanto que la longitud de onda sea reflejada continuamente entre los espejos 22 y el espejo de salida 16 a través del medio de temperatura negativa. Al pasar cada haz yendo y viniendo a través del medio de temperatura negativa, es liberada energía para el haz, amplificándose con ello el haz. Cuando la energía entregada al haz por una emisión estimulada excede de las pérdidas en la cavidad 23, se produce oscilación o acción de láser. No obstante, cuando para cualquier longitud de onda se experimentan pérdidas suficientes, entonces esa longitud de onda dejará de oscilar o de experimentar acción de láser.

En la Fig. 1a, cuando el láser es convenientemente excitado, un haz 24 de láser pasará a través de la ventanilla 14 de Brewster con pérdidas escasas o nulas, por mantenerse las pérdidas de reflexión en el límite entre aire y ventanilla en un mínimo (0,1 % ó menor). La ventanilla en ángulo de Brewster funciona además como un polarizador para polarizar linealmente el haz de láser paralelo al plano de incidencia de las ventanillas. Por consiguiente, solamente se permite que pase una dirección de vibración o polarización lineal a través de las ventanillas sin pérdidas, y todas las demás polarizaciones experimentan diversos grados de pérdidas, dependiendo de la desviación con respecto a la dirección de polarización lineal preferida determinada por las ventanillas en ángulo de

342887



Brewster.

5 El haz de láser 24 pasa a través del prisma 18 el cual dispersa espacialmente los ocho colores contenidos en el haz, esos ocho colores o longitudes de onda se han identificado por el número de referencia 26.

10 Supongamos ahora que no hay tensiones aplicadas a los conmutadores electro-ópticos 20. Por consiguiente, los ocho haces 26 pasarán a través de sus conmutadores respectivos 20 y serán reflejados desde sus correspondientes espejos 22 de vuelta a través del prisma 18, la ventanilla 14 en ángulo de Brewster, el láser 10, la ventanilla 12 en ángulo de Brewster y el espejo de salida 16. Por supuesto, solamente parte del haz de luz pasa a través del espejo 16, y la otra parte es reflejada volviendo a pasar a través de la cavidad de nuevo para mantener la oscilación.

15 Un color o frecuencia dado puede ser extinguido aplicando un potencial eléctrico al correspondiente conmutador electro-óptico 20. Cuando no se aplica tensión alguna a un conmutador, el haz de luz no es sustancialmente afectado al pasar a su través. No obstante, aplicando una tensión a un conmutador, se comunica un retardo de fase a la luz que incide, polarizándose con ello elípticamente la luz. Las longitudes de onda que han sido polarizadas elípticamente experimentarán pérdidas ópticas al pasar a través de las ventanillas en ángulo de Brewster y, por consiguiente, serán extinguidas debido a que la oscilación o acción de láser no será mantenida para esas longitudes de onda.

30 Aplicando potenciales eléctricos a diferentes conmutadores



tadores electro-ópticos, es posible obtener un haz de salida 28 que contiene cualquiera de las 256 combinaciones posibles de los ocho colores producidos por el láser de argón 10.

5 La Fig. 1b ilustra una vista ampliada de un juego de conmutadores electro-ópticos 20 y espejos 22. Cada conmutador 20 incluye un cristal electro-óptico 30 que contiene un electrodo superior 32 y un electrodo inferior 34. El electrodo superior está conectado a través de un conmutador adecuado 36 a un potencial eléctrico $V+$. El electrodo 34 está conectado a tierra. Para obtener en el haz de salida 28 el color correspondiente a un conmutador particular 20, se deja abierto el conmutador 36 y el haz de láser pasa sin cambio de fase a través del cristal 30 y es reflejado desde el espejo 22 de vuelta a través del medio de láser. Para extinguir el haz de láser correspondiente, se cierra el conmutador 36 para aplicar el potencial $V+$ a través del cristal 30, introduciendo con ello un retardo de fase para polarizar elípticamente la luz.

10

15

20 Cuando la luz es reflejada desde el espejo 22, las ventanillas 12 y 14 en ángulo de Brewster introducen pérdidas suficientes para esa longitud de onda, de modo que no es mantenida la acción de láser. Si el potencial aplicado es la tensión $\frac{\lambda}{4}$, entonces la polarización lineal es girada 90° e idealmente sería totalmente bloqueada por las ventanillas.

25

Debido a la propiedad de baja dispersión del prisma 18 para la gama de frecuencias producidas por el láser de argón, una distancia relativamente grande debe separar el prisma 18 de los espejos 22, con objeto de lograr separa-

30



ción física adecuada entre juegos adyacentes de conmutadores electro-ópticos 20 y espejos 22.

La Fig. 2 ilustra esquemáticamente una realización preferida del invento para seleccionar combinaciones de frecuencia de láser. En este caso, son extinguidas primero las longitudes de onda de 4.950 U.A., 4.579 U.A., 4.650 U.A., y 5.017 U.A., aplicando luego potenciales adecuados a conmutadores electro-ópticos puede ser seleccionada cualquiera de las 16 combinaciones de las 4 longitudes de onda siguientes: 4.765 U.A., 5.145 U.A., 4.800 U.A. y 4.727 U.A.

En la Fig. 2 la cavidad de láser está definida por un solo espejo de salida 40 y espejos de reflexión unidireccional 42, 44, 46 y 48. Un láser 50 de argón que tiene ventanillas en ángulo de Brewster 52, y 54 está colocado en la cavidad. Espaciado desde la ventanilla 54 hay un cristal de cuarzo 56 cuyo eje óptico coincide con la trayectoria del haz de láser 58. La longitud del eje óptico es de 150,6 mm. Las caras del cristal 56 están recubiertas con recubrimientos antirreflectantes 60 y 62.

Junto al cristal 56 hay un prisma 64 birrefringente triangular recto que tiene también recubrimientos antirreflectantes 66 y 68 en dos de sus caras. Todos los cristales y prismas ilustrados en la Fig. 2 tienen recubrimientos reflectantes correspondientes a los recubrimientos del cristal 56 y del prisma 64. Una placa 70 de fase electro-óptica está situada entre el espejo 42 y el prisma 64 para interceptar la línea componente del láser de 4.765 U.A., la cual es totalmente reflejada en la superficie 74 del prisma formando un ángulo con la trayectoria del



haz de láser 50. En la práctica se ha comprobado que es satisfactorio un ángulo de 32° .

El prisma 64 podría ser construido de un cristal birefringente tal como de nitrato sódico (NaNO_3). El índice de refracción extraordinario de ese cristal es $n_{e0} = 1,34$, y el índice ordinario de refracción es $n_o = 1,58$ para 5.480 U.A.

Las propiedades de reflexión de un cristal de nitrato sódico de forma prismática (véase la Fig. 2a) son tales que el haz 202 entra en el prisma 206 con un ángulo de 90° con la cara de incidencia. Es curvado hacia arriba en 204 después de su transmisión a través del prisma 206. No es curvado hacia abajo como se ha ilustrado en las realizaciones de las Figs. 2, 6 y 9. Esas realizaciones se han representado esquemáticamente y las desviaciones hacia abajo del haz (por ejemplo 90 y 92 de la Fig. 2) son sólo para fines ilustrativos.

Cuando la luz del haz 202 entra en el prisma 206, que tiene recubrimientos antirreflectantes 216 y 218, polarizada paralela al eje óptico 208, se propaga a lo largo del eje 210 con una velocidad igual a la de un rayo extraordinario. Ese haz es en esencia totalmente transmitido (99 %) en el límite entre cristal y aire 212. El resto es reflejado en el haz 214.

La luz que entra en el prisma 204 polarizada perpendicular al eje óptico 208 se propaga a través del prisma a lo largo del eje 210 con una velocidad igual a la de un rayo ordinario. El haz es en esencia totalmente reflejado en la separación entre cristal y aire 212. Sale como un haz 214 en ángulo recto desde la parte inferior del cristal.

342887



5 Adyacente al prisma 64 hay otro cristal de cuarzo
76 situado de modo que el haz transmitido por el prisma
74 pasa a su través. El cristal 76 tiene un eje óptico
de 79,2 mm. Junto al cristal 76 hay otro prisma birefrin-
10 gente 78. Un cristal electro-óptico 80 está situado entre
el prisma 78 y el espejo 44 para interceptar la línea de
5.145 U.A. del láser reflejada totalmente por el prisma
78. Adyacente al prisma 78 hay un cristal de cuarzo 82
cuyo eje óptico tiene 15,55 mm. de largo. Debe entenderse
15 que las dimensiones de los elementos, tal como se han
provisto en esta descripción, se han dado únicamente a ma-
nera de ilustración y no constituyen una limitación del
inventó. Adyacente al cristal 82 hay un prisma birefrin-
gente 84, y situado entre el espejo 46 y el prisma 84
hay un cristal electro-óptico 86 situado para interceptar
el haz de 4.727 U.A. reflejado por el prisma 84. Otro
cristal electro-óptico 88 está situado entre el espejo
48 y el prisma 84 para interceptar la línea de 4.880 U.A.
transmitida totalmente por el prisma 84.

20 En funcionamiento, la luz que entra en el primer
cristal de cuarzo 56 es polarizada linealmente por la
ventanilla 54 en ángulo de Brewster en el plano del pa-
pel. Después de su paso a lo largo del eje óptico de una
longitud crítica (156,6 mm.) del cuarzo, las direcciones
25 de polarización para las ocho longitudes de onda emitidas
por el láser de argón están orientadas como se ha ilustra-
do en la Fig. 3. Observese que las direcciones de polari-
zación de las longitudes de onda de 5.145 U.A., 4.727 U.A.
y 4.880 U.A. son casi paralelas entre sí y perpendicula-
res a la longitud de onda 4.765 U.A. El prisma 64, necno
30



de un material birrefringente tal como calcita o nitrato
sódico, separa las longitudes de onda como se ha indica-
do mediante las notaciones en la Fig. 2. Es decir, la
longitud de onda de 4.765 U.A. incide en la superficie
74 con un ángulo mayor que el ángulo crítico y es refle-
jada totalmente en la superficie 74, pasa a través del
cristal electro-óptico 70 al espejo de reflexión 40 e in-
cide sobre el espejo 42. Las tres longitudes de onda de
5.145 U.A., 4.880 U.A. y 4.727 U.A. son en esencia total-
mente transmitidas como rayos extraordinarios por el pris-
ma 64 y son incidentes sobre el cristal de cuarzo 76. El
prisma 64 está cortado y orientado de modo que los haces
del láser entran normalmente a través de los recubrimien-
tos de antirreflexión y los haces transmitidos salen des-
de el cristal próximos al ángulo de Brewster. El haz re-
flejado sale en ángulo recto con la superficie inferior
del prisma a través de un recubrimiento de antirreflexión.
Las otras cuatro longitudes de onda son divididas más uni-
formemente en rayos ordinarios y extraordinarios, y son
parcialmente transmitidas y parcialmente reflejadas por
64 y también por los prismas 78 y 40, de modo que los ra-
yos recombinados que inciden en la ventanilla de Brewster
64 son polarizados elípticamente y experimentan pérdidas
al pasar a su través. Por consiguiente, esas cuatro lon-
gitudes de onda son extinguidas debido a que se producen
pérdidas ópticas suficientes para destruir la acción de
láser.

El haz 90 que contiene las tres longitudes de onda
de 4.727 U.A., 4.880 U.A. y 5.145 U.A. entra en el segun-
do cristal de cuarzo 76. Después del paso a través de una

342887



longitud crítica (79,2 mm.,) las direcciones de polarización de esas tres longitudes de onda están orientadas como se ha ilustrado en la Fig. 4. El segundo prisma birrefringente 78 separa las longitudes de onda como se ha ilustrado en la Fig. 2. Es decir, la longitud de onda de 5.145 U.A. es totalmente reflejada, de modo que pasa a través del cristal electro-óptico 80 al espejo 44, y el haz 92 que contiene longitudes de onda de 4.727 U.A. y 4.880 U.A. es totalmente transmitido, de modo que incide normal sobre el tercer cristal de cuarzo 82. El prisma 78 está también cortado y orientado de modo que los haces transmitidos entran normales y salen con el ángulo de Brewster.

El haz 92 entra en el cristal de cuarzo 82, y después de pasar a través de una longitud crítica diferente (de 15,55 mm.), las polarizaciones de las longitudes de onda de 4.727 U.A. y 4.880 U.A. son como se ha ilustrado en la Fig. 5. El tercer prisma birrefringente 84 separa esas dos longitudes de onda como se ha indicado en la Fig. 2. Es decir, la longitud de onda de 4.727 U.A. es totalmente reflejada para pasar a través del cristal electro-óptico 86 al espejo 46, y la longitud de onda de 4.880 U.A. es totalmente transmitida por el prisma 84 y pasa a través del cristal electro-óptico 88 al espejo de reflexión 48. El prisma 84 está también cortado y orientado de modo que el haz transmitido entra normal y sale con el ángulo de Brewster.

Aplicando potenciales eléctricos a cristales diferentes de entre los cristales electro-ópticos 70, 80, 86 y 88 se obtienen diferentes combinaciones de las cuatro

342887



longitudes de onda de 4.765 U.A., 5.145 U.A., 4.727 U.A. y 4.880 U.A. en el espejo de salida 40, de la manera descrita en relación con la realización de la Fig. 1. Es decir que una tensión aplicada a una placa de fase de cristal electro-óptico particular hace que sea extinguida la longitud de onda correspondiente por introducir pérdidas para esa longitud de onda que exceden de la ganancia del láser, destruyendo con ello la acción de láser para esa longitud de onda. Las ventajas de la realización de la Fig. 2 consisten en que la misma no requiere grandes distancias entre los prismas y los espejos. Se ha supuesto que los elementos ópticos están en un medio de aire.

La Fig. 6 ilustra esquemáticamente otra realización del invento similar a la realización ilustrada en la Fig. 2. En la Fig. 6 se ha ilustrado una combinación de rotadores de cuarzo y cristales birefringentes en la cual se extinguen cinco de las líneas de argón para permitir la selección de todas las combinaciones posibles de las tres líneas o longitudes de onda de 4.880 U.A., 4.650 U.A. y 5.145 U.A.

Una cavidad de láser está definida por un espejo de salida 100 y tres espejos de reflexión 102, 104 y 106. En la cavidad hay situado un láser de argón 108 que tiene ventanillas extremas 110 y 112 en ángulo de Brewster. Espaciado desde la ventanilla 112 hay un cristal de cuarzo 114 cuyo eje óptico tiene 26,6 mm. de largo. Adyacente al cristal 114 hay un prisma birefringente triangular recto 116 el cual refleja totalmente la longitud de onda de 4.880 U.A. a través de una placa de fase electro-óptica 118 al espejo 102. El prisma 116 transmite totalmente un

342887



5 naz que contiene longitudes de onda de 5.145 U.A. y 4.650 U.A. a un segundo cristal de cuarzo 120. El prisma birefringente 116 refleja parcialmente y transmite parcialmente las otras cinco longitudes de onda contenidas en el haz 122 de láser de argón. El haz 124 incide normal al cristal 120 cuyo eje óptico es de 12,72 mm. de largo.

10 Otro prisma 126 refleja totalmente la longitud de onda de 4.650 U.A. a través de una placa de fase de cristal electro-óptico 128 al espejo 104, y transmite también totalmente la longitud de onda de 5.145 U.A. a través de un cristal electro-óptico 130 al espejo 106.

15 Aplicando potenciales eléctricos a diferentes placas de fase electro-ópticas de las 118, 128 y 130, pueden obtenerse diferentes combinaciones de las tres longitudes de onda de 4.850 U.A., 4.650 U.A. y 5.145 U.A. en el espejo de salida 100.

20 Las direcciones de polarización de las diversas longitudes de onda después del paso a través del primer cristal de cuarzo 114 se han ilustrado en la Fig. 7. Las direcciones de polarización después del paso a través del segundo cristal de cuarzo 120 se han ilustrado en la Fig. 8.

25 En la Fig. 9 se ha ilustrado otra realización del invento. En ésta, la cavidad de láser está definida por un espejo 140 de salida y tres espejos de reflexión 142, 144 y 146. Un tubo de láser de argón 148 está situado en la cavidad y tiene ventanillas 150 y 152 de ángulo de Brewster. Situado también en la cavidad hay un cristal de cuarzo 154 cuyo eje óptico tiene 25,45 mm. de largo. La Fig. 10 ilustra las direcciones de polarización que

30

342887



adoptarán las longitudes de onda del haz de láser después del paso a través del cristal 154. Obsérvese que la dirección de polarización de la longitud de onda de 4.880 U.A. es aproximadamente normal a la dirección de polarización de las longitudes de onda de 4.650 U.A. y 5.145 U.A. Además, la dirección de polarización de longitud de onda de 4.765 U.A. es aproximadamente normal a la dirección de polarización de la longitud de onda de 5.017 U.A. y que la longitud de onda de 4.579 U.A. se separa 14° del paralelismo con la dirección de polarización de la longitud de onda de 5.017 U.A.

Situado entre la ventanilla 152 en ángulo de Brewster y el cristal de cuarzo 154 hay un rotador electro-óptico 156. Consiste en una placa de fase de cuarto de onda 158 y en un cristal electro-óptico 160 provisto de medios para aplicar a aquella una tensión ajustable. El rotador 156 funciona haciendo rotar las direcciones de polarización de todas las longitudes de onda del haz de láser a través de sustancialmente el mismo ángulo, estando determinado el ángulo por la tensión aplicada al cristal 160.

Suponiendo que se desea seleccionar combinaciones de las longitudes de onda de 4.880 U.A., 4.650 U.A. y 5.145 U.A., entonces la tensión aplicada al rotador 156 es tal que la dirección de polarización de la luz incidente es girada 20° a izquierdas. Un prisma birrefringente 162 adyacente al cristal de cuarzo 154 refleja entonces totalmente la longitud de onda de 4.880 U.A. a través de una placa de fase electro-óptica 164 al espejo de reflexión 142 y transmite en esencia totalmente un haz 165 que contiene las dos longitudes de onda de 4.650 U.A. y 5.145 U.A. Las otras

342887



cinco longitudes de onda son extinguidas ya que son par-
cialmente reflejadas y parcialmente transmitidas por el
prisma 162. A continuación del prisma 162 hay otro rota-
dor electro-óptico 166 y un cristal de cuarzo 168 cuyo eje
5 óptico tiene 13,0 mm. de largo.

En la Fig. 11 se ha ilustrado la orientación de las
direcciones de polarización que tendrían los dos pares
restantes de longitudes de onda después de pasar a través
del cristal de cuarzo 168. El rotador electro-óptico 166
10 selecciona longitudes de onda de 5.145 U.A. y 4.650 U.A.
haciendo rotar las direcciones de polarización incidentes
18° a izquierdas. Luego, otro prisma 170 refleja totalmen-
te la longitud de onda de 4.650 U.A. a través de una pla-
ca de fase 1/2 de cristal electro-óptico al espejo de re-
15 flexión 144, y transmite totalmente la longitud de onda
de 5.145 U.A. a través de un cristal electro-óptico 1/4
a un espejo de reflexión 146.

Con referencia a las Figs. 10 y 11 se ve que es tam-
bién posible seleccionar combinaciones de longitudes de
20 onda de 4.765 U.A., 4.579 U.A. y 5.017 U.A. Obsérvese en
la Fig. 10 que la dirección de polarización de la longi-
tud de onda de 4.765 U.A. es aproximadamente normal a la
polarización de las longitudes de onda de 4.579 U.A. y
5.017 U.A. Si se desea seleccionar combinaciones de esas
25 tres longitudes de onda, entonces se hace funcionar el ro-
tador electro-óptico 156 para girar el plano de polariza-
ción de la luz incidente 61° a izquierdas. Entonces la
longitud de onda de 4.765 U.A. será totalmente reflejada
por el prisma 162 y las longitudes de onda de 4.579 U.A.
30 y de 5.017 U.A. será totalmente transmitidas. Por otra



parte, se hace funcionar el rotador 166 para girar la polarización incidente 38° a izquierdas, de modo que el prisma 170 refleje totalmente la longitud de onda de 4.579 U. A. a través de la placa de fase electro-óptica 172 y transmite totalmente la longitud de onda de 5.017 U.A. a través de la placa de fase electro-óptica 174. Los rotadores 156 y 166 giran electro-ópticamente las direcciones de polarización de las longitudes de onda deseadas a los ejes vertical y horizontal de las Figs. 10 y 11, de modo que los prismas no han de ser orientados como ocurre en el caso de las realizaciones de las Figs. 2 y 6. No obstante, podrían usarse rotadores similares a los 156 y 166 en las realizaciones de las Figs. 2 y 6.

La Fig. 12 ilustra esquemáticamente un sistema selector de frecuencias de láser multicolor que incorpora un deflector de luz digital 180. El deflector de luz está situado dentro de una cavidad de láser formada por un espejo de salida y el componente de selección de color de los sistemas ilustrados en las Figs. 2, 6 y 9. Así, con las tres salidas del deflector digital 180, podemos seleccionar cualquiera de los selectores de frecuencia ilustrados en las Figs. 2, 6 y 9 y representados como bloques 182, 184 y 186 en la Fig. 12. La realización de la Fig. 9 puede seleccionar todas las combinaciones de dos juegos diferentes de tres longitudes de onda. Por consiguiente, sería posible seleccionar $2^4 + 2^3 + (2 \times 2^3) = 40$ de las 256 combinaciones posibles de los ocho colores del láser. Además, con combinaciones adicionales de rotadores de cuarzo y con un deflector de luz digital de capacidad suficiente, sería posible seleccionar todas las combinacio-



nes de los 256 colores. Las combinaciones ilustradas en las Figs. 2, 6 y 9 son únicamente ilustrativas.

Los conmutadores electro-ópticos en tal deflector de luz consisten en un mosaico de cristales, tales como de KTN (niobato de tántalo y potasio). Dado que esos cristales operan en el modo transversal, el haz de láser no pasa a través de ningún electrodo y las pérdidas son mínimas. La Fig. 13 ilustra un conmutador preferido para girar selectivamente 90° la dirección de polarización de dieciseis haces de entrada producidos por un deflector de cristal de calcita anterior (no representado). Dieciseis cristales electro-ópticos 190 están montados sobre un sustrato de vidrio 192. Un electrodo común 194 está situado sobre las caras extremas de los cuatro cristales en cada columna. Un conductor enterizo 196 se extiende desde cada electrodo al borde del sustrato. Se selecciona una columna de cristales aplicando una tensión a través del par de electrodos 194 sujetos a los lados de la columna. El uso de potenciales transversales permite que los haces de láser pasen a través de un cristal sin pasar a través de un electrodo.

Los cristales de placa de fase electro-óptica usados en las diversas realizaciones del invento pueden ser, por ejemplo, de KTN, de cloruro cuproso, o de niobato de litio (LiNbO_3)

Aunque se ha ilustrado y descrito el invento en particular con referencia a realizaciones preferidas del mismo, comprenderán los expertos en la técnica que pueden efectuarse en el mismo diversos cambios en forma y en detalles sin desviarse del espíritu ni rebasar el alcance

del invento.

La presente solicitud que corresponde a la formula-
da en Estados Unidos de América, con fecha 13 de Julio de
1.966, bajo el número 564.948, se acoge a los beneficios
del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad In-
dustrial.

N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se pre-
sentan para que sean objeto de la presente solicitud de
Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los
siguientes:

1.- Un aparato selector de frecuencias de láser mul-
ticolor que incluye un láser que contiene un medio de tem-
peratura negativa, un espejo de salida parcialmente trans-
misor espaciado desde un extremo de dicho láser, siendo
dicho láser capaz de emitir un haz de láser que contiene
longitudes de onda aisladas múltiples, y que comprende:
(a) Medios de reflexión espaciados desde el otro extremo
de dicho láser para formar con dicho espejo de salida una
cavidad de láser y reflejar algunas individuales de dichas
longitudes de onda aisladas, (b) Medios de dispersión que
dependen de la frecuencia en la trayectoria del haz de lá-
ser para separar las longitudes de onda aisladas y diri-
gírlas a dichos medios de reflexión, y (c) Medios de con-
mutador óptico situados entre dichos medios de reflexión
y dicho otro extremo de dicho medio y susceptibles de ser

342887



hechos funcionar para modificar las longitudes de ondas individuales que inciden sobre ellos, con lo que las longitudes de onda modificadas dejan de efectuar acción de láser y el haz de láser disponible en dicho espejo de salida contiene solamente aquellas longitudes de onda aisladas que no han sido alterados por el funcionamiento de dichos medios de conmutador óptico.

2.- Un aparato selector de frecuencia de láser multicolor según la reivindicación 1, que comprende además:

(a) medios para polarizar el haz de láser y dichos medios de conmutador electro-ópticos que comprenden: (b) Una pluralidad de placas de retardo de fase electro-ópticas situadas cada una de ellas para interceptar a diferentes de dichas longitudes de onda aisladas, y (c) Medios para aplicar una señal eléctrica a algunas individuales de dichas placas para hacerlas funcionar de modo que sean introducidos retardos de fase relativos en los componentes de la longitud de onda aislada que corresponden a aquellas, con lo que las longitudes de onda retardadas en fase relativamente experimentan pérdidas ópticas al pasar a través de dichos medios de polarización para inhibir la función de láser en las longitudes de onda de modo que solamente las otras longitudes de onda aisladas aparecen en dicho espejo de salida.

3.- Un aparato selector de láser multicolor que incluye un medio de temperatura negativa encerrado por un par de ventanillas de ángulo de Brewster las cuales polarizan linealmente la luz en un plano preferido de polarización, un espejo de salida parcialmente transmisor espaciado desde un extremo del medio, siendo dicho medio capaz



de emitir un haz de láser que contiene múltiples longitudes de onda de láser aisladas y que comprende: (a) una pluralidad de espejos espaciados desde el otro extremo de dicho medio de temperatura negativa y que forman una cavidad de láser con el espejo de salida, (b) Primeros medios que dependen de la frecuencia en la cavidad de láser para girar un ángulo diferente la dirección de polarización de cada una de las longitudes de onda aisladas, (c) un primer cristal birrefringente situado en dicha cavidad entre dichos primeros medios de giro y uno primero de dichos espejos para reflejar totalmente una primera longitud de onda, transmitir en esencia totalmente al menos las longitudes de onda segunda y tercera, y reflejar parcialmente y transmitir parcialmente todas las demás de dichas longitudes de onda, (d) Una primera placa de fase electro-óptica situada entre dicho primer cristal birrefringente y uno primero de dicha pluralidad de espejos, (e) Segundos medios en la cavidad para reflejar dicha segunda longitud de onda a un segundo de dichos espejos y transmitir en esencia totalmente dicha tercera longitud de onda transmitida a uno tercero de dichos espejos, (f) Una segunda placa de retardo de fase electro-óptica situada entre dicho segundo cristal birrefringente y dicho segundo espejo, y (g) Una tercera placa de fase electro-óptica situada entre dicho segundo cristal birrefringente y dicho tercer espejo, con lo que solamente aparecen en dicho espejo de salida dichas longitudes de onda primera, segunda y tercera.

4.- Un aparato selector de frecuencia de láser multicolor según la reivindicación 3, que comprende además

342887



un primer rotador electro-óptico situado entre dicho medio de temperatura negativa y dichos primeros medios de giro que dependen de la frecuencia.

5.- Un aparato selector de frecuencia de láser multicolor según la reivindicación 4, que comprende además un segundo rotador electro-óptico situado entre dicho primer cristal birrefringente y dichos segundos medios de giro que dependen de la frecuencia.

6.- Un aparato selector de frecuencia multicolor que incluye un medio de temperatura negativa encerrado por un par de ventanillas de ángulo de Brewster las cuales polarizan linealmente la luz en un plano preferido de polarización, un espejo de salida parcialmente transmisor espaciado desde un extremo del medio, siendo dicho medio capaz de emitir un haz de láser que contiene múltiples longitudes de onda de láser aisladas y que comprende: (a) una pluralidad de selectores de frecuencia de láser multicolor individuales espaciados en los que cada uno incluye una pluralidad de espejos que forman una cavidad de láser con dicho espejo de salida, y (2) Cada uno es capaz de seleccionar para acción de láser una combinación diferente de algunas de dichas longitudes de onda múltiples, y (b) Un deflector de luz digital en dicha cavidad entre dicho medio de temperatura negativa y dichos selectores para dirigir dicho haz de láser a algunos deseados de dichos selectores.

7.- Un aparato selector de frecuencia de láser que comprende, Medios para efectuar acción de láser para una pluralidad de frecuencias aisladas dentro de una cavidad; Medios para dispersar las frecuencias de la pluralidad a

342887

4 AGO. 1967

trayectorias individuales separadas espacialmente, Medios de reflexión que forman parte de la cavidad y que terminan cada una de las trayectorias, y Medios situados en las trayectorias individuales para actuar sobre algunas predeterminadas de las frecuencias separadas espacialmente para proporcionar un haz de salida de láser de al menos una frecuencia seleccionada.

8.- Un aparato selector de frecuencias de láser multicolor.

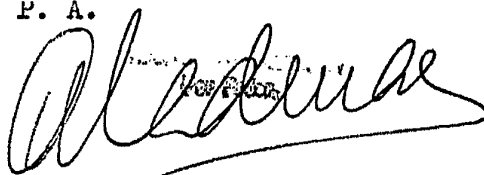
10 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines especificados.

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

Madrid,

4 AGO. 1967

P. A.



342887

342887

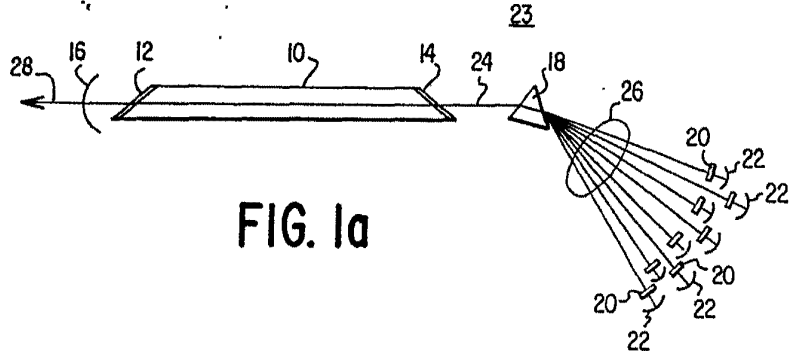


FIG. 1a

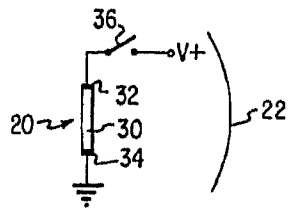


FIG. 1b

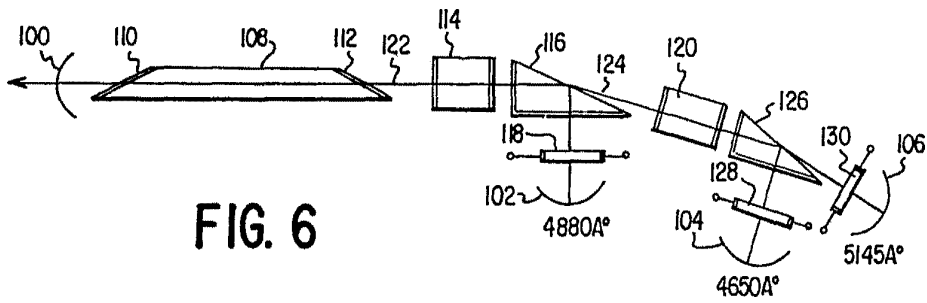


FIG. 6

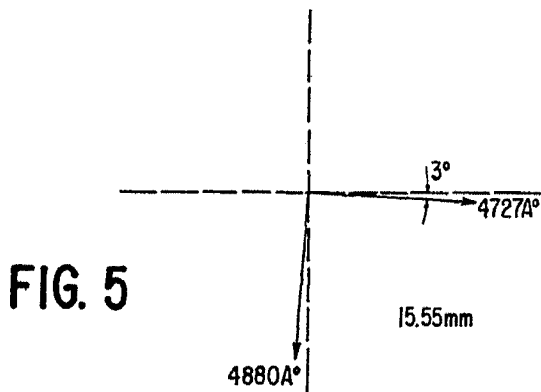
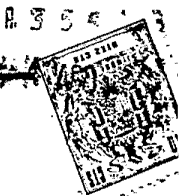


FIG. 5

Alberto G. Fitzky
 Alberto G. Fitzky
 Eng. Pat.



342887

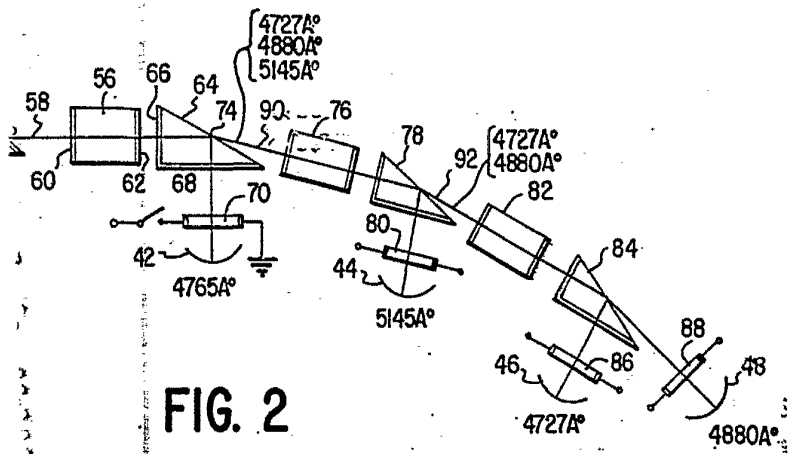


FIG. 2

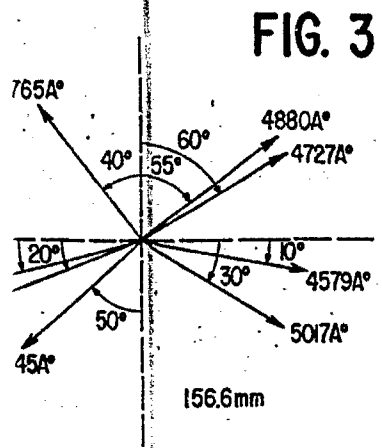


FIG. 3

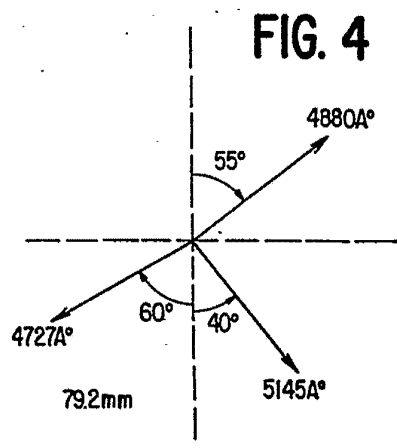


FIG. 4

Albano de B...

POOR
QUALITY

342887

342887

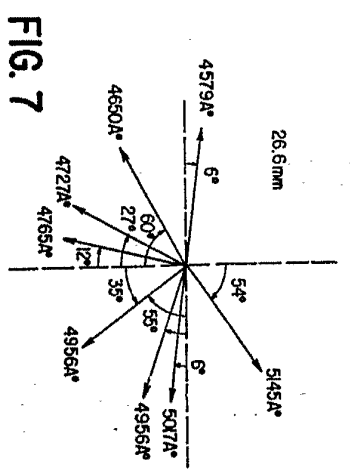


FIG. 7

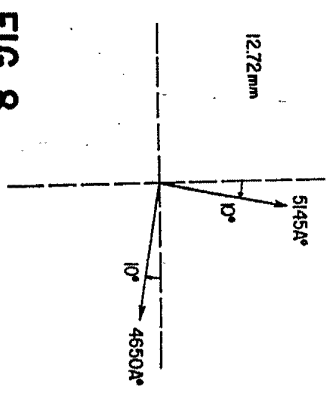


FIG. 8

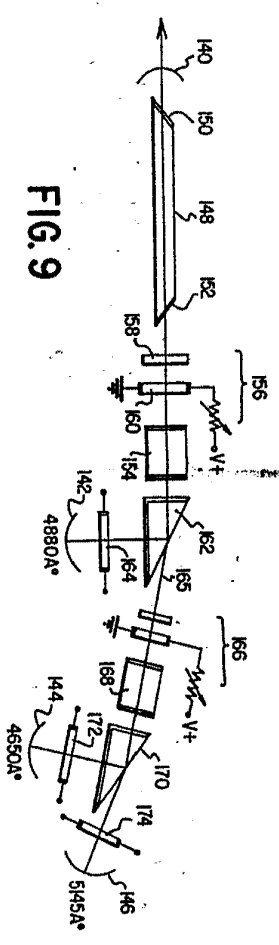


FIG. 9

POOR QUALITY



Handwritten signature or scribble

342887

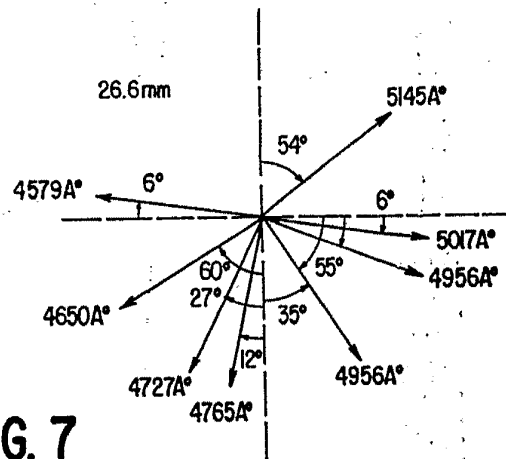


FIG. 7

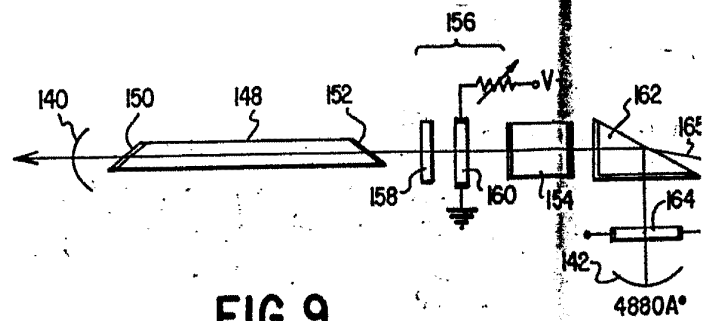


FIG. 9

POOR
QUALITY



342887

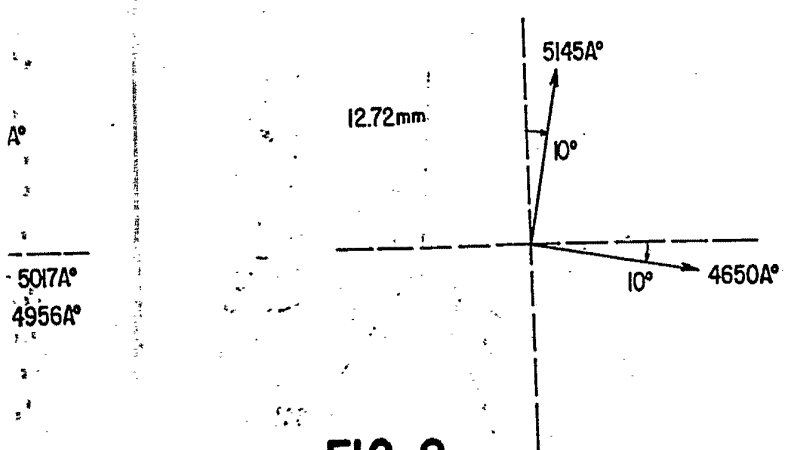
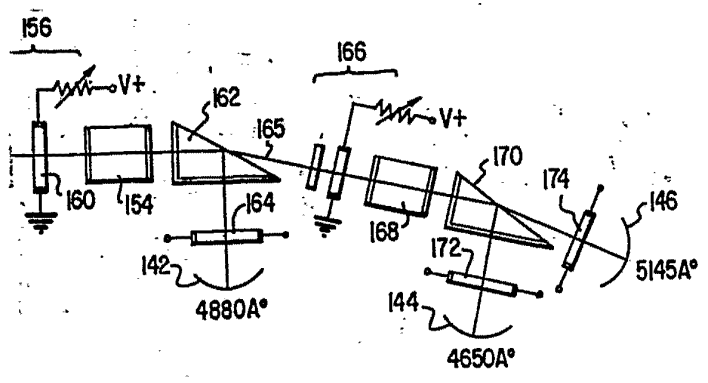


FIG. 8



Handwritten signature or scribble.

POOR QUALITY

4 AGO



342887

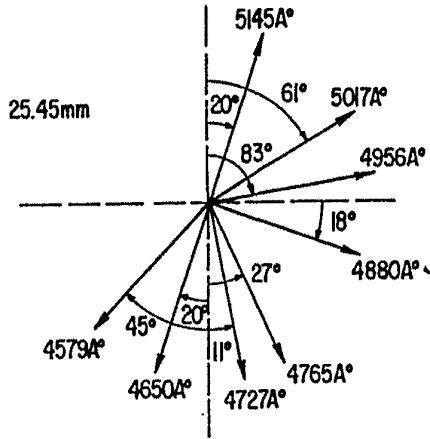


FIG. 10

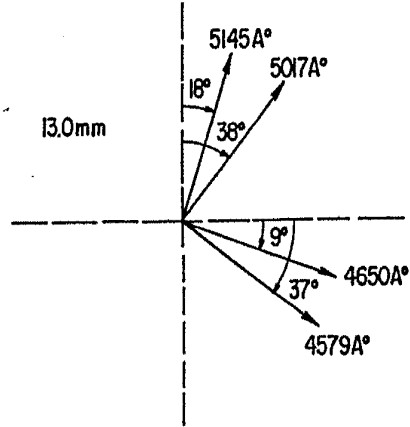


FIG. 11

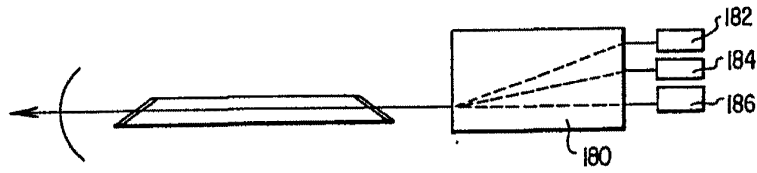


FIG. 12

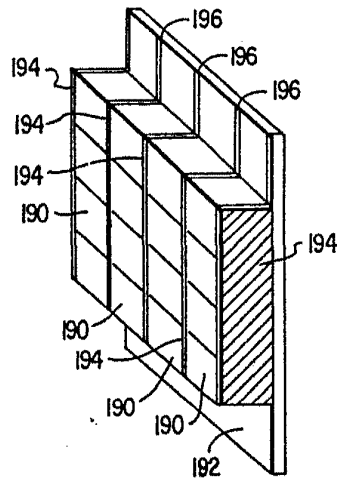


FIG. 13