

MG.

Caso: Bennett, Jr.-Javan 1-2

273687



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

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED - de nacionalidad norteamericana - domiciliada en NEW YORK (E.U.) 195 Broadway,

por:

" APARATO OPTICO MASER "

-----:oOo:-----

Memoria Descriptiva

El presente invento se refiere a un aparato optico que utiliza los principios de la amplificación de microondas por la emisión estimulada de radiaciones. Los aparatos que utilizan este sistema de amplificación, se conocen en los

- 2 - 273687

23



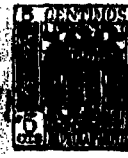
Estados Unidos y en muchos otros países con el nombre de "maser" que ya se ha internacionalizado y que está formado por las iniciales de la expresión inglesa "microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation". Estos aparatos se utilizaron al principio para la emisión de microondas, pero posteriormente se ha logrado ampliar su funcionamiento para otras longitudes de onda, especialmente para las frecuencias ópticas.

Especialmente se refiere este invento a un maser óptico del tipo que utiliza una mezcla de gases como elemento de temperatura negativa y en el que se establece una temperatura negativa o de inversión de densidad en la mezcla gaseosa por transporte de energía de las moléculas de un gas a las de otro mediante un efecto de colisión.

En un aparato de este tipo, ya conocido, la mezcla gaseosa que sirve de medio activo comprende dos gases A y B. El gas A se escoge con un nivel de energía  $E_1$  por encima del estado de base  $E_0$ . Este estado  $E_1$ , es metastable o sea que un átomo elevado al estado  $E_1$  tiende a mantenerse en el mismo mucho tiempo, segundos, antes de volver al estado de base o descender a algún otro estado intermedio. El gas B se escoge con un estado  $E_2'$  de nivel parejo al del estado  $E_1$  del gas A, o bien por lo menos, con un estado a un nivel  $E_1'$  intermedio entre el nivel  $E_2'$  y su estado de base  $E_0'$ . Cuando la mezcla se pone en un campo de radiación, de modo que el gas A se ionice en parte, se producen electrones libres, de energía relativamente elevada. Estos electrones libres, por efectos de colisión, excitan a estados superiores los átomos no ionizados, principalmente de gas A, pero también a veces de gas B. En particular, los átomos de gas A tienden a exci-

273687

23 DI



5           tarse más bien al nivel  $E_1$ , directamente o por relajación  
a ese estado desde otro estado superior a que hayan sido  
excitados. En consecuencia, el estado  $E_1$  se hace relativa-  
mente denso. Además, cuando átomos de gas A en estado  $E_1$   
chocan con átomos de gas B en estado de base, algunos de  
10           estos últimos se excitan al nivel  $E_2'$ . Como esta excitación  
de transporte solo puede ocurrir entre átomos opo-  
nentes cuyos niveles de energía sean muy similares, como  $E_1$  y  $E_2'$ ,  
sólo el estado  $E_2'$  entre los del gas B experimentará un aumen-  
to apreciable de densidad por efecto de colisión. En virtud  
de esta excitación selectiva del nivel  $E_2'$ , puede estable-  
cerse una inversión de densidad o temperatura negativa, entre  
este nivel  $E_2'$  y el nivel  $E_1'$  mientras sean apropiados los  
ritmos de desintegración parcial de los niveles  $E_1'$  y  $E_2'$ .  
15           Esto permite estimular la emisión de radiación de frecuencia  
 $\frac{E_2' - E_1'}{h}$  donde  $h$  es la constante de Planck. Si esta fre-  
cuencia es el margen óptico, como puede lograrse eligiendo  
bien los dos gases, se tiene un maser óptico.

20           Se ha comprobado ahora que diversas circunstan-  
cias pueden influir sobre el proceso más conveniente, y redu-  
cir así su eficacia.

25           En particular, se ha visto que los electrones  
energéticos continuamente originados por la ionización del  
gas A inhiben la formación eficiente de la inversión de densi-  
dad deseada, promoviendo reacciones que aumentan la densidad  
del nivel  $E_1'$  o acelerando reacciones que tienden a restable-  
cer el equilibrio del sistema. Por ejemplo, la colisión  
de tales electrones con átomos no ionizados de gas B tiende  
a excitar algunos de éstos al estado  $E_1'$  y turbar la inver-  
30           sión de densidad deseada.



Una particularidad del presente invento consiste en utilizar medidas para reducir la influencia perjudicial de dichos electrones sobre el proceso de inversión de densidad.

5 En una primera forma de realización que ha de describirse, se logra el fin propuesto pulsando de modo apropiado la radiación empleada para ionizar el gas A, de modo que esta ionización y la producción de electrones libres de gran energía sean periódicas. Esta técnica resulta ventajosa porque, escogiendo bien los gases, la duración de átomos en estado metastable  $E_1$  puede ser mucho más larga que la de los electrones libres.

10 En una segunda forma de realización que se describirá, se retiran mediante un campo eléctrico electrones de la región de átomos no ionizados, y el funcionamiento del aparato, tiene lugar en una región libre de electrones energéticos.

En el plano indican:

20 La figura 1, un esquema, parcialmente en sección, una forma de ejecución del invento que comprende la ionización periódica,

La figura 2, en esquema, parcialmente en sección, una forma de ejecución que comprende la separación entre electrones libres y átomos no ionizados, y

25 La figura 3, un diagrama de niveles de energía que ilustra las relaciones de energía importantes para una forma de realización del invento.

30 Con referencia más concreta al plano, en la figura 1, el maser -10- comprende una cavidad cilíndrica -11- que resuena a la radiofrecuencia que ha de usarse para ionizar



el gas. Como ejemplo típico la cavidad puede resonar del modo circular  $TM_{01}$ , por ejemplo, a 2000 megaciclos. O Por el eje de la cavidad se extiende una vaina cilíndrica alargada -12-, que puede ser de vidrio, con 1,27 cm. de diámetro interno y 30,48 cm. de longitud, transparente a la energía de microonda existente en la cavidad y a la luz que ha de engendrarse. Dentro de la vaina está encerrada la mezcla de dos gases que sirve de medio activo. La concentración de cada gas es suficiente para que las trayectorias libres medias de las moléculas del gas sean bastante cortas y favorezcan así colisiones entre moléculas con preferencia a colisiones de moléculas contra las paredes de la vaina, o más concretamente, para que los índices de difusión sean pequeños comparados con los de transporte de colisiones. Conviene que las concentraciones sean bastante altas para que la trayectoria libre media de cada uno de los gases constituya solo una pequeña fracción, por ejemplo, una centésima de las dimensiones internas de la vaina o envoltura. Como ejemplo, en la forma de realización preferida la vaina encierra helio y neón; la concentración de helio corresponde a una presión aproximada de 10 mm. de Hg. y la de neón, a una presión aproximada de 0,1 mm. de Hg.

Es característico del helio comprender un estado de energía  $E_1$  que corresponde al nivel  $2^3S_1$  (en el sistema IS) el cual es metastable. Además, se incluyen niveles más altos de energía  $E_2$ ,  $E_3$ , etc., no metastables, pero con una declinación más rápida al nivel  $E_1$ .

En consecuencia, aplicando suficiente energía de radiofrecuencia al helio para ionizarlo, la colisión de electrones libres producidos por tal ionización con átomos

23 D



273687

de helio no ionizados tiende a aumentar la densidad de átomos de helio en el nivel  $E_1$  hasta una cifra relativamente elevada. En la figura 3 (a la izquierda) se expone la parte necesaria del diagrama de energía del helio.

5 Por otra parte, en la figura 3 (a la derecha) se expone la parte correspondiente del diagrama de energía del neón. En particular, el neón comprende un nivel  $E_2'$  que corresponde al estado  $2s_5$  (en la notación de Paschen), cuya separación de su estado de base  $E_0'$  coincide en sustancia con la separación entre los niveles  $E_0$  y  $E_1$  del helio. El neón comprende también el nivel  $E_1'$  correspondiente al estado  $2p_9$  (en la notación de Paschen), situado entre los niveles  $E_0'$  y  $E_2'$ , y cuya separación de este último nivel corresponde a una longitud de onda del sector óptico próximo al infrarrojo.

15 Es característico del sistema descrito que la acumulación o densidad del neón en el nivel  $E_2'$  tenderá a alcanzar equilibrio térmico con la del helio de nivel  $E_1$  por efecto de colisiones, porque cada una corresponde esencialmente a la misma energía. Esto significa que la fracción del neón en estado  $E_2'$  se aproximará a la fracción del helio en estado  $E_1$ . Los otros niveles de neón, como el  $E_1'$ , serán poco afectados por el helio. Por tanto, la acumulación de helio de nivel  $E_1$  se puede utilizar selectivamente para acumular neón  $E_2'$ , y puede lograrse que este último sea más denso que el neón de nivel  $E_1'$  con lo que es posible establecer una inversión de densidad o temperatura negativa entre los niveles  $E_2'$  y  $E_1'$ .

20 Es característico del sistema descrito que la acumulación o densidad del neón en el nivel  $E_2'$  tenderá a alcanzar equilibrio térmico con la del helio de nivel  $E_1$  por efecto de colisiones, porque cada una corresponde esencialmente a la misma energía. Esto significa que la fracción del neón en estado  $E_2'$  se aproximará a la fracción del helio en estado  $E_1$ . Los otros niveles de neón, como el  $E_1'$ , serán poco afectados por el helio. Por tanto, la acumulación de helio de nivel  $E_1$  se puede utilizar selectivamente para acumular neón  $E_2'$ , y puede lograrse que este último sea más denso que el neón de nivel  $E_1'$  con lo que es posible establecer una inversión de densidad o temperatura negativa entre los niveles  $E_2'$  y  $E_1'$ .

25 A fin de utilizar la temperatura negativa para el funcionamiento del maser es importante procurar la

30

23 Dic



emisión estimulada, más bien que espontánea, de radiación de longitud de onda correspondiente a la temperatura negativa. Para ello, es importante aplicar ondas estacionarias de esa longitud, en la cámara de gas. Este tipo de onda estacionaria puede obtenerse situando elementos reflectores -13-,  
 5 -14- en extremos opuestos de la vaina, a semejanza de las placas de Fabry-Perot empleadas en interferómetros. Tales elementos pueden ser planos y paralelos, o bien esféricos cócavales, o uno plano y esférico el otro.

10 En particular, los elementos están revestidos para reflejar muy selectivamente energía de la longitud de onda que interese, aunque el elemento -14- se dispone para transmitir parte, de uno a cinco por 100, de energía de la longitud de onda conveniente, bien por permitir cierta trans-  
 15 misión a través de su cubierta, o bien practicando en ésta una abertura. Al efecto, cada uno de los elementos va revestido ventajosamente de varias capas de material dieléctrico de espesor apropiado para que el elemento refleje energía de la longitud de onda de la emisión estimulada, y transmita  
 20 energía de otras longitudes de onda. De este modo, cada elemento sirve de filtro que encierra sólo energía de longitud de onda apropiada, o sea lo que se restringe la acumulación de oscilaciones no convenientes.

25 Los elementos de reflexión pueden incluirse dentro de la vaina, o situarse fuera de ella. También pueden hacerse de una pieza con la envoltura.

30 Si se quiere, puede disponerse un sistema de lentes en el trayecto de la luz transmitida por el elemento parcialmente transmisor -14-, para conducirla a un foco situado en un punto que convenga.

273687


23 DIC



5 En el plano adjunto se han omitido pormenores tales como admisiones de gas, equipo de vacío, soportes y espaciadores para mantener los elementos representados fijos en sus posiciones respectivas, y equipo de refrigeración para evitar una elevación excesiva de la temperatura de la vaina.

10 Como ya se ha indicado, un perfeccionamiento del presente invento comprende pulsar la energía de microonda suministrada a la cavidad para ionizar el medio. En consecuencia, se reduce el efecto nocivo de los electrones libres producidos por tal ionización. Para ello, se representa la cavidad de microonda excitada desde un generador de impulsos de microonda indicado esquemáticamente por el cuadro -15-. Lo corriente es suministrar potencia de microonda del orden de 100 vatios.

15 Al suministrar energía de radiofrecuencia a la cavidad resonante, se ionizan los gases dentro de la cámara cuando se aplica cada impulso. La densidad de los electrones libres se elevará entonces rápidamente, y aumentarán con ello las concentraciones de gas A metastables. También se producirán las relaciones que inhiben la acción del maser; pero al terminar el impulso, se retira el campo de radiación, y ya no se producen electrones libres. Una vez detenida la producción continua de esos electrones de gran energía, los  
20 electrones existentes pierden aprisa sus grandes energías y la capacidad de iniciar reacciones de excitación. Sin embargo, como la duración de los metastables de helio en el nivel  $E_1$  puede ser varios órdenes de magnitud mayor que la de los electrones de gran energía, la reacción que excita los átomos de neón al nivel  $E_2'$  puede continuar, aun después  
25  
30

23 D 

273687

de cesar la ionización de helio y la produoción de electro-  
nes libres.

5 Por consiguiente, mientras haya en la vaina un  
número apreciable de metastables de helio, la densidad del  
estado superior de los niveles entre, los cuales haya tempe-  
ratura negativa continuará siendo mayor que la del estado  
inferior, a causa del continuo proceso de excitación de colli-  
sión por el que se transfiere energía desde el nivel metas-  
table de helio al nivel adecuado de neón. Pero al cabo de  
10 unos milisegundos, de no aplicarse más energía de radiofre-  
cuencia, el número de metastables de helio se reducirá hasta  
el punto de que no pueda mantenerse ya la excitación del  
neón.

15 Para que la emisión de radiación desde el medio  
gaseoso sea substancialmente continua, el impulso siguiente  
se fijará para antes de que cese la excitación de neón.  
Luego, el rápido aumento del número de metastables de helio  
a causa de la gran densidad de electrones resultante de la  
ionización por el campo de radiofrecuencia, mantendrá por  
20 el mecanismo de excitación de colisión la densidad del neón  
excitado a un nivel tal que puede ser estimulada la radiación  
de un modo substancialmente continuo.

25 Alternativamente se obtiene un maser de funcio-  
namiento discontinuo cuando los impulsos se aplican a inter-  
valos bastante largos para que el número de metastables de  
helio descienda hasta el punto en que no se producen átomos  
de neón al nivel  $E_2'$  a ritmo superior al de su desintegración.

30 En ambos casos, se consigue un funcionamiento  
mejor mientras hay átomos metastables de helio sin electrones  
energéticos.

273687

23 DIC



En otra forma de ejecución del aparato, se obtuvo el funcionamiento suministrando alrededor de 100 vatios a 29 megaciclos a una mezcla en la que la presión de neón era de unos 100 micras de mercurio, y la de helio, de alrededor de 1 mm. de mercurio.

5

La figura 2 muestra una variante que funciona preferiblemente según una base continua. Como en el maser antes descrito, la envoltura -20-, con preferencia de vidrio, encierra una mezcla de gases cuyos sistemas de energía tienen características como las expuestas en la figura 3. En general, tal mezcla puede comprender helio a una presión de 1-10 mm. de Hg. y neón a la de 0,01-0,5 mm. de Hg. La vaina aloja también un par de electrodos -21- y -22-, que limitan un espacio de ionización intermedio. Como se indica, el electrodo -21- consiste en un alambre, y el electrodo -22- en una placa; el primero se dispone paralelo y enfrente de la línea media de la placa. El electrodo -21- puede medir aproximadamente 150 mm. de longitud y 0,025 mm. de diámetro, y el electrodo -22-, la misma longitud por 50 mm. de diámetro, con 25 mm. de intervalo entre ambos electrodos. Se disponen conductores entrantes, con ayuda de los cuales puede establecerse entre los dos electrodos una diferencia ionizante de potencial. Con este objeto, se representa el generador de potencial -24- conectado entre los dos electrodos. Por lo común, el generador de potencial suministra una tensión de corriente continua de unos 100 voltios. También está conectada en el circuito una resistencia -25- limitadora de corriente.

10

15

20

25

Para establecer el tipo de onda estacionaria, la vaina incluye asimismo elementos de reflexión -26- y -27- de

30

273687

23



la clase antes descrita, en ambos extremos del espacio de ionización, en general a unos 20 cm. de distancia.

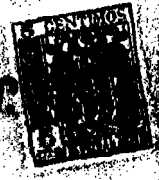
En esta variante, el generador de tensión sirve para ionizar algunos átomos de helio de la mezola, y los  
5 electrones energéticos libres resultantes ionizan otros átomos de helio no ionizados, al estado metastable. Tales electrones energéticos están en su mayor parte, confinados por el campo eléctrico del espacio de ionización, a la proximidad del electrodo de carga positiva, que preferiblemente es el  
10 electrodo -21-. Pero los átomos no ionizados no están sujetos a la influencia de los campos eléctricos, y se difunden libremente, Por tanto, tiende a constituirse en la porción del espacio de ionización contigua al electrodo -22- una concentración de átomos no ionizados, un número suficiente de  
15 los cuales son átomos de neón en el estado excitado  $E_2'$ , y se produce un efecto maser, según queda descrito.

Puede apreciarse que son factibles diversas configuraciones de electrodos. Por ejemplo, pueden ser alambres  
20 cada uno de ellos. La disposición descrita ofrece la ventaja de proporcionar una región localizada de campo eléctrico más alto. Cuando se emplean estas configuraciones, el empleo de un generador de tensión de corriente continua deja de ser ventajoso, y pueden emplearse generadores de corriente alterna siempre que la frecuencia sea suficientemente baja para  
25 que un periodo de la oscilación resulte largo comparado con el tiempo de relajación de los electrones libres, con lo que el campo eléctrico puede producir la separación de los electrones libres en el espacio.

Se plantean diversos problemas secundarios para  
30 conseguir un funcionamiento eficiente en masers de la clase

273687

23 DIC



representada en la figura 1, En particular, cuando los elementos reflectores empleados para constituir el tipo de onda estacionaria en el medio activo son planos, según se indica, es importante asegurar su posición paralela recíproca con bastante exactitud.

5

Para ello, una técnica conveniente es la que sigue: En primer lugar, los elementos se ajustan paralelos en lo posible por métodos corrientes, por ejemplo, empleando un telescopio autocolimador. Luego, se hacen oscilar los elementos alrededor de ejes ortogonales, cada uno a frecuencia distinta y muy despacio, hasta que se inicia la actividad de maser, por ejemplo, la emisión de un haz luminoso muy direccional, de gran intensidad. Las oscilaciones pueden obtenerse activando los elementos con ayuda de transductores magnetostrictivos. Aplicando tensiones proporcionales a las posiciones de los elementos a las placas vertical y horizontal de un osciloscopio, y modulando la intensidad del haz osciloscópico con la descarga del maser, pueden determinarse fácilmente las posiciones de los dos elementos para un funcionamiento perfecto.

10

15

20

Hay diversos otros mecanismos para producir niveles metastables por medio de colisiones. En particular, esos niveles se pueden formar por impacto con partículas de gran energía, como partículas alfa procedentes de isótopos radiactivos.

25

Los átomos metastables se obtienen en gran parte por medios indirectos, pero muy eficientes. En helio, la excitación directa por las partículas de gran energía está limitada a la producción de estados excitados de simpletes de helio, iones de helio y electrones libres de mediana

30

273687



energía. La producción de niveles ternarios (metastables ternarios o estados ternarios que irradian al  $2^3S$ ) proviene de excitación por los electrones de energía mediana, recombinación de iones y electrones, colisiones de intercambio  
5 entre simpletes excitados y electrones libres, o transporte por colisión inelástica entre estados de simpletes excitados y átomos en estado de base. Por ejemplo, unos pocos curies de polonio 210 producirán bastantes partículas alfa para engendrar  $10^{16}$  metastables de helio por segundo.

10 El empleo de la radiactividad ofrece varias ventajas. No hay necesidad de aplicar tensiones al medio, y esto hace posible una unidad compacta sin equipo externo, que podría ser muy conveniente en sistemas de comunicación espaciales. Además, la ausencia de tensiones aplicadas elimina  
15 la producción de una gran densidad de electrones energéticos como la que se produce cuando se calienta el plasma. Por consiguiente, el empleo de la radiactividad produce un estado similar al que se observa en la fosforescencia de la técnica de descarga pulsada antes descrita; de aquí que la radiactividad pueda permitir un funcionamiento en onda continua.  
20

Otra técnica distinta consiste en aprovechar el hecho de que, al producirse la recombinación radiante de un ión atómico con un electrón, este se captura con preferencia en estados muy excitados del átomo resultante, y éste declina  
25 a su estado de base por cascada radiante. En un medio en que este efecto es la fuente principal de excitación atómica, pueden invertirse los factores entre dos niveles inferiores de energía, siempre que el ritmo de declinación del más alto de estos dos niveles sea más lento que el del más bajo.

30 Tal resultado se puede conseguir con una mezcla

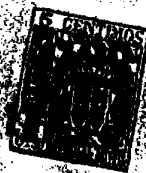


de helio y mercurio. Al ionizar esta mezola, la densidad de iones de mercurio es particularmente grande, a causa de colisiones ionizantes entre átomos de mercurio y de helio en estado  $2^3S_1$ . En particular, un par de niveles de energía en mercurio atómico adecuado para producir una inversión de densidad consiste en el estado  $7^1S$  y el estado  $6^1P$ , con una separación de 10180 angstroms. Con este medio, la aplicación de una descarga pulsada es también especialmente ventajosa, ya que la inmediata termalización de electrones energéticos reduce al mínimo la excitación directa de niveles bajos de mercurio, por impacto de electrones que perturba la inversión de densidad. Además, la recombinación es más rápida con electrones termalizados que con los energéticos. Una mezola de helio y mercurio permite también obtener condiciones de régimen en las que los iones de impurezas son principalmente atómicos más bien que moleculares. Esto conviene, porque el proceso de recombinación disociativa de iones moleculares favorece la producción de estados atómicos inferiores adversos.

En general, la sección transversal para transporte no radiante en colisiones de dos cuerpos es máxima cuando las discrepancias de resonancia energética entre los estados electrónicos inicial y final son mínimas. Así, las máximas probabilidades de transporte se presentan cuando esa diferencia de energía es del orden de la energía cinética de los átomos a temperatura ambiente, o menor. En muchos casos, la ventaja de estas grandes secciones transversales de transporte puede perderse por obra del proceso inverso y de circunstancias que destruyen el estado de excitación del portador principal de energía. El efecto adverso del proceso

273687

23 DIC



antagónico puede ser eliminado enfriando el gas lo suficiente para lograr que la energía cinética media sea substancialmente menor que la discrepancia de resonancia energética, o eligiendo procesos de transporte irreversibles a la temperatura de regimen.

5

Tambien es posible el funcionamiento con una sola especie de gas, eligiendo un gas cuyo sistema de energía se caracterice por un nivel de energía relativamente elevado, y un grupo de niveles próximos de menor energía, de manera que los niveles inferiores del grupo proporcionen la base para descongestionar un nivel más alto dentro del grupo.

10

Por ejemplo, el neón se caracteriza por un grupo de niveles contiguos  $1s_2$ ,  $1s_3$ ,  $1s_4$  y  $1s_5$  de energías relativamente bajas, de los cuales  $1s_5$  y  $1s_3$  son metastables, y  $1s_4$  y  $1s_2$  son casi metastables y se hacen metastables a presiones de más de 100 micrones. Por consiguiente, a tales presiones es persistente cada uno de los estados. Además, cada estado puede poblarse densamente en una descarga de gas.

15

El neón comprende tambien un grupo distinto de niveles contiguos  $2p_{10}$ ,  $2p_9$ ...  $2p_1$ , con energías superiores a las del grupo compuesto por  $1s_5$ ...  $1s_2$ .

20

En descargas de densidades bajas de iones, estos niveles tienen duraciones de radiación breves, y por eso no se poblarán densamente. Sin embargo, aumentando la densidad de electrones hasta que la frecuencia de colisiones inelásticas de electrones con el grupo de niveles  $2p$  pueda compararse con la frecuencia de su declinación radiante, estos niveles pueden poblarse en grado apreciable.

25

Si se aumenta asimismo la presión del gas neón cuando la colisión inelástica de la segunda clase entre

30

23



átomos, que origina un transporte de excitación dentro de niveles poco separados, adquiere importancia, la distribución de densidad entre niveles próximos, como los grupos  $1s$  o  $2p$ , tiende a acumularse en los niveles más bajos, y se despueblan los niveles superiores dentro del grupo. En particular, el nivel  $1s_1$  tenderá a despoblarse, mientras que el nivel  $2p_{10}$  tenderá a poblarse, con lo que es posible lograr que la densidad del nivel  $2p_{10}$  sobrepase la del nivel  $1s_1$ , lo cual proporciona una distribución invertida de densidad aprovechable para el efecto maser del modo usual.

Son posibles otras mezclas de gases que permitan obtener un efecto maser por uno de los procesos reseñados. Por ejemplo, puede emplearse criptón como gas excitante, y mercurio como gas excitado. De manera análoga, es posible incluir otro gas como amortiguador. Por ejemplo, en el sistema helio-neón descrito, la adición de argón, generalmente a una presión aproximada de  $1/100$  de la de neón, hace posible trabajar a gran potencia.

N O T A  
-----

Se reivindica como objeto de esta patente de invención:

- 1.- Aparato óptico maser que comprende un medio gaseoso, el cual contiene un primer gas con un nivel de energía metastable superior al estado de base, y un segundo gas con dos niveles al menos de energía por encima del estado de base, de modo que la distancia entre el mayor de esos dos niveles y el estado de base coincida substancialmente con la que media entre el nivel metastable del primer gas y el estado de base; y en el que se obtiene una inversión de densidad entre los dos niveles del segundo gas mediante



ionización del primer gas; caracterizado porque se reduce el efecto de los electrones energéticos resultantes de tal ionización que se opone a una inversión de densidad.

5                    2.- Aparato optico maser, según la reivindicación 1, en el que los gases primero y segundo se alojan en un espacio de interacción, y la separación entre el más alto de dichos dos niveles del segundo gas y el estado de base, coincide substancialmente con la separación entre el nivel metastable del primer gas y su estado de base, de modo que  
10 las moléculas del primer gas en estado metastable, al chocar con moléculas en estado de base, las excitan a ese nivel superior, y producen una inversión de densidad entre un par de niveles que origina la emisión de radiación coherente de frecuencia correspondiente a la altura de los dos citados  
15 niveles, sobre el estado de base; caracterizado por medios para engendrar una descarga pulsada a través del espacio de interacción, con una frecuencia de impulsos tal que los electrones libres producidos por una descarga pierden su exceso de energía y alcanzan el equilibrio térmico antes  
20 de comenzar el impulso siguiente, con lo que el transporte de energía excitante por colisión entre las moléculas metastables del primer gas y las moléculas en estado de base del segundo gas, se desarrolla sin interferencia; medios para formar ondas estacionarias de la radiación coherente emitida, los cuales comprenden placas de reflexión colocadas  
25 a cada lado del espacio de interacción y medios para utilizar la parte de radiación transmitida a través de dichas placas.

30                    3.- Aparato óptico maser según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el primer gas helio, y el segundo esneón.

23 DIC



5 4.- Aparato óptico maser según la reivindicación 1, caracterizado por medios para producir electrones libres dentro de un espacio cerrado que contiene los gases primero y segundo, de modo que las moléculas en estado de base del primer gas ascienden al estado metastable; medios para con-  
finar esos electrones libres en una pequeña zona del espa-  
cio cerrado; medios para formar ondas estacionarias de la referida radiación coherente emitida desde la zona del espa-  
cio cerrado de la que se excluyen electrones libres; y me-  
10 dios para extraer la citada radiación coherente a fin de utilizarla.

15 5.- Aparato óptico maser según las reivindicacio- nes 1 o 4 caracterizado por medios para establecer, dentro de un espacio de interacción que contiene los gases primero y segundo, un campo eléctrico no homogéneo, de modo que se produzcan electrones libres para elevar las moléculas al estado metastable, y se confinen las partículas cargadas en una pequeña región del citado espacio, mientras que las partículas no cargadas se difunden por la región baja del  
20 campo de tal espacio; y medios para extraer la radiación co- herente emitida de la citada región baja del campo.

25 6.- Aparato óptico maser según la reivindicación 1, caracterizado por medios para excitar selectivamente las moléculas en estado de base del primer gas al estado metas- table, con lo que casi toda la producción de energía se uti- liza para obtener tal excitación; y medios para separar dicha radiación emitida.

30 7.- Aparato óptico maser según la reivindicación 6, caracterizado porque el medio para excitar selectivamente las moléculas en estado de base consiste en un generador de

273687

23 DIC



partículas alfa, que son dirigidas al espacio cerrado en que se encuentran los gases primero y segundo.

8.- Aparato óptico maser.

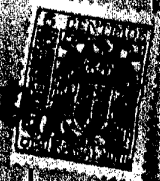
Esta memoria consta de diecinueve páginas escritas por una sola cara.

5

BARCELONA, 23 DIC 1961

P. A.

JOSE M. GARCIA  
P. P.



273687

FIG. 1

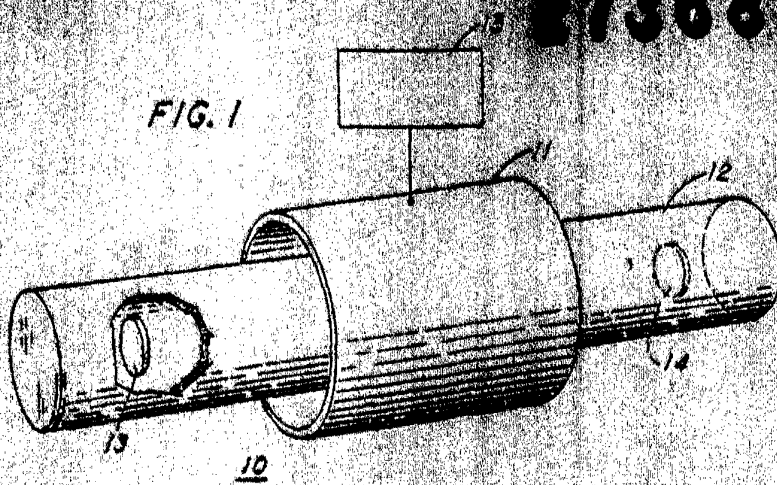


FIG. 2

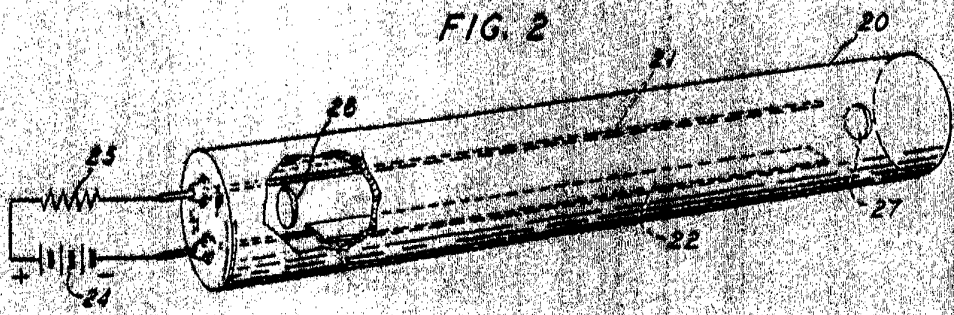
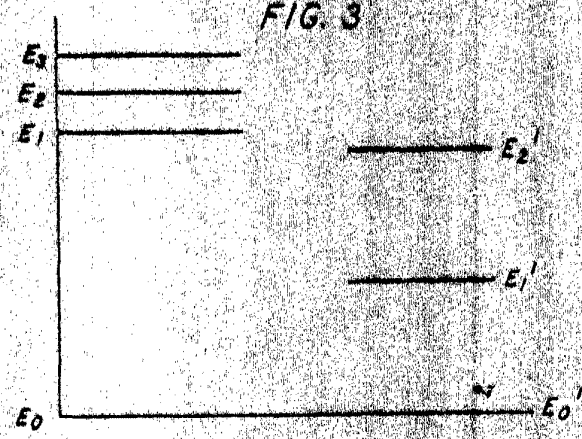


FIG. 3



*Handwritten signature:* J. A. Jones  
JONES & COMPANY  
P. O. BOX 1000  
ST. LOUIS, MO.