LASER

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

E2

E1

Emisión estimulada

En un sistema en equilibrio el numero de átomos N2 < N1. Pero si se hace que N2 > N1 por medio del suministro de energía, se puede potenciar a producir la emisión estimulada (Inversión de población).

COMPONENTES DE UN LASER

FUENTE DE ENERGIA: lleva al sistema a un estado excitado.

MEDIO ACTIVO: al excitarse se obtiene la inversión de población y se obtiene la emisión estimulada.

CAVIDAD OPTICA: proporciona la retroalimentación necesaria para la oscilación laser.

Fuente de energía (suministra energía al medio activo)

Espejo totalmente reflejante

Espejo parcialmente reflejante

Medio contenido entre dos espejos

El medio puede ser solido, líquido o gas

El proceso de llevar al medio al estado excitado es conocido como bombeo.

Hay algunas formas de bombear un laser y producir la inversión de población necesaria para que ocurra la emisión estimulada.

Bombeo óptico: Se utiliza una fuente de luz para suministrar energía (en forma de flashes cortos). laser de Ruby, laser de estado sólido.

Descarga eléctrica: el campo eléctrico (algunos kV/m), causa que los electrones emitidos por el cátodo sean acelerados a través del ánodo. algunos de estos electrones impactaran en los átomos del medio activo (impacto de electrón), ioniza el medio, y lo lleva al estado excitado, produciendo la inversión de población. Laser de Argón (gas).

Colisiones inelásticas; átomo -átomo. He-Ne laser

Conversión directa: laser de semiconductor.

Reacciones químicas: la energía viene de una reacción química, sin necesidad de otra fuente de energía. laser CO2

TIPOS DE LASER

LASER DE ESTADO SOLIDO.

El laser de Rubí es un ejemplo clásico de laser de estado sólido de tres niveles.

El rubí es una barra de cristal (zafiro sintético) de oxido de aluminio dopado con oxido de cromo de algunos centímetros de largo y algunos milímetros de diámetro. Las terminaciones son pulidas, para que actúen como espejos de la cavidad. El bombeo es por luz con un tubo de Xenón.

E3 es lo suficientemente amplio (para aceptar un amplio intervalo de longitudes de onda) y tiene tiempo de vida corto: los iones de cromo excitados se relajan rápidamente y caen al siguiente estado inferior E2. Esta transición no es radiativa. El estado E2 es metaestable, con un tiempo de vida de alrededor de 10-3 s algunos órdenes de magnitud mayores que E3. La transición E2 a E1 es radiativa, produciendo emisión espontanea incoherente, con un pico de alrededor de 694 nm (luz roja). Pero, al aumentar la energía de bombeo arriba del umbral, ocurre la inversión de población en E2 con respecto a E1, logrando la emisión estimulada (luz coherente).

Un sistema de tres niveles requiere mucha potencia de bombeo, debido a que la transición laser termina en el estado de tierra y más de la mitad de los átomos en el estado de tierra se deben bombear al estado más alto para obtener la inversión de población. Con un sistema de cuatro niveles, es necesaria mucho menos potencia para la excitación, la excitación, regresa a un estado metaestable, la emisión estimulada es como en los tres niveles, excepto que la transición radiativa no termina en el estado de tierra, hay ahora un estado de energía adicional arriba del estado de tierra.

La excitación se hace de E1 a E4. E4 y E2 hacen transiciones rápidas, la acción láser comenzará tan pronto como E3 ha alcanzado la inversión de población con respecto a E2. Esta inversión se puede mantener con bombeo moderado, permitiendo la operación en modo de onda continua, en contraste al sistema de tres niveles, que emite pulsos. Un ejemplo típico de láser de cuatro niveles es el láser de Neodymium agregado a Yttrium Aluminum Garnet YAG. Nd:YAG emiten normalmente a 1064 nm.

LASER DE SEMICONDUCTOR.

Este tipo de láser es una derivación del LED. Esos diodos son pequeños (menos de 1 mm de diámetro), y convierte energía eléctrica directamente en luz, sin necesidad de una unidad separada de energía como en el bombeo óptico. Un semiconductor tiene usualmente dos niveles de energía, la más baja es la banda de valencia, la cual está llena con electrones, y una banda de conducción mas alta, la cual está vacía.

Si se agregan impurezas, donores, se suministrarán electrones a la banda de conducción resultando en un material tipo n: agregando aceptores, lo cual remueve electrones de la banda de valencia y colocando huecos en su lugar, resulta en un material tipo p. Si un campo eléctrico se aplica a la unión p-n, y si la unión es polarizada en directa, esto es, si el material tipo p es conectado a la terminal positiva, los electrones fluirán del lado n al lado p, y los huecos de p a n. Como los electrones se combinan con los huecos a través del ancho de banda (bandgap), el exceso de energía se da en la forma de luz.

En el diodo láser la luz es atrapada y reflejada entre las caras terminales del cristal (espejos). Su eficiencia es mucho mejor que en el bombeo óptico (40% contra 3%).

PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO

Potencia emitida Respuesta dinámica

Anchura espectral Respuesta en frecuencia

LASER LÍQUIDO

Se puede hacer de tamaños ilimitados. Se hacen con componentes métalo-orgánicos formados de un ion de metal y un radical orgánico que emiten a 613 nm.

El dye laser se construye de rodamina u otros tintes orgánicos fluorescentes. Hay muchos tintes fluorescentes, de manera que se pueden hacer láseres a muchas longitudes de onda desde UV hasta el IR.

Los dye laser se pueden sintonizar, en un intervalo considerable de longitud de onda (alrededor de 100 nm), variando la concentración del tinte o variando una rejilla de difracción en lugar de uno de los espejos de la cavidad.

LASER DE GAS

Tipos de laser de gas dependiendo del gas utilizado:

atomico → He-Ne (Helio-Neon)

metal-vapor → He-Cd (Helio-cadmio)

molecular → laser CO2 (bioxido de carbono) → hasta 200 KW

El tubo contiene una mezcla de cinco partes de Helio y 1 de Neón a una presión de 133 Pa los electrodos se conectan a una fuente de alto voltaje de alrededor de 4 KV d.c. Las ventanas con un ángulo de Brewster causa que la luz regrese del espejo a la cavidad y oscile normal al plano de incidencia de manera dominante sosteniendo a la emisión laser.