الفصل الثاني:عمليات الضخ

٢-١) الضخ Pumping

يمثل الضخ عملية نقل ذرات المادة من المستويات ذات الطاقة الواطئة الى المستويات الاعلى، أي انها عملية نقل الطاقة من المصدر إلى الوسط الفعال المولّد لليزر، حيث توفر هذه العملية الطاقة اللازمة لإثارة المادة الفعالة والوصول بها إلى حالة التوزيع المعكوس بالإضافة إلى التعويض المستمر لمجمل الفقد وخاصة الفقد الناتج عن الخرج الليزري للمحافظة على التوزيع المعكوس وبالتالي المحافظة على عمل الليزر، وتتنوع مصادر الطاقة المستخدمة التي تعمل على الضخ. تتحدد طريقة الضخ لمنظومة الليزر بنوع المادة المستخدمة (الوسط الفعال) لتوليد الليزر.

تعتمد طريقة الضخ على ما يأتي:

١- نوع الوسط الفعال (صلب، سائل، غاز).

٢- نمط التشغيل (مستمر أو نبضي).

٣- طبيعة عنصر الضخ (كهربائي، كيمياوي، بصري، حراري).

٤- عرض نطاق (طيف) الامتصاص لشعاع الضخ.

يمكن ان تكون عملية الضخ بشكل نبضي او مستمر اعتماداً على:

- تقنية مصادر الاثارة شديدة القدرة.
- مقدار الطاقة التي تناسب الوسط الفعال لبدء عملية الانبعاث المحفز.

ان عملية الضخ التي تتم باستخدام مصدر نبضي تؤدي الى ان يكون الليزر الناتج نبضياً ايضاً، وكذلك فإن عملية ضخ الطاقة المستمرة يولد ليزراً مستمراً.

٢-٢) انواع الضخ Pumping Types

للحصول على انبعاث محفز لا بد من توفير التوزيع العكسي لمستويين للطاقة في الوسط الفعال المطلوب إثارته ويتم هذا وفق خطة ضخ معينة من مستوى أدنى إلى أعلى. وهناك انواع او تقنيات ضخ تختلف باختلاف مصدر الطاقة اللازم لتوليد التوزيع العكسي للمستويات، واهم تقنيات الضخ الشائعة ما يأتي:

١) الضخ الضوئي Optical Pumping:

في هذا النوع يستخدم مصدر للموجات الكهرومغناطيسية (مصدر ضوئي) ذو قدرة عالية، وتستخدم هذه الطريقة في ليزر الحالة الصلبة وليزر الحالة السائلة. يمكن تصنيف المصادر الرئيسية لهذا النوع من الضخ كما يأتي:

- الانابيب الوامضة ذات القدرة الكبيرة: كما في ليزر الياقوت. يتم تسليط ضوء ذو شدة عالية من مصباح يحتوي على غاز معين (الزينون، الكربتون، النيتروجين) على المادة المراد تهيجها من مستوى الطاقة الاوطأ الى مستوى الطاقة الاعلى حيث يوضع المصباح حول المادة الفعالة. يعتمد نوع الغاز المستعمل في المصباح على مستويات الطاقة.

- مصدر ليزري ذو عرض طيفي مناسب للمادة التي يضخ لها: كما في ليزر الصبغة Dye Laser حيث يستعمل ليزر الاركون، أي ان الليزر المستعمل في عملية الضخ له طول موجي يختلف عن الطول الموجي لليزر المطلوب انتاجه.

- الطاقة الشمسية المركزة باستخدام مرآة نصف كروية.

٢) التفريغ الكهربائي Electrical Discharge:

تتم هذه الطريقة باستخدام جهد كهربائي خارجي حيث تستخدم الطاقة الكهربائية في عملية التفريغ الكهربائي في اكثر حالات ليزر الغاز وكذلك يستخدم في ليزر أشباه الموصلات. يعمل هذا النوع من الضخ على تهيج الغاز اذ يوضع الغاز بين قطبين كهربائيين ويسلط جهد كهربائي عالي عليه، وعند انتقال الالكترونات من القطب الاول الى القطب الثاني تصطدم بالذرات او الجزيئات المكونة للغاز مما يؤدي الى تهيج هذه الذرات ورفعها الى المدارات الاعلى، وكمثال على الليزرات التي تستعمل فيها هذه الطريقة ليزر ثنائي اوكسيد الكاربون.

٣) الضخ الكيميائي Chemical Pumping:

ان التفاعل الكيميائي بين مكونات الوسط الفعال هو أساس توفير الطاقة لتهيج الذرات في عمل الليزر الكيميائي. تعتمد هذه الطريقة على أحد المبدأين:

- التفاعل الكيميائي بالاستفادة من الحرارة الناتجة عنه.
- الانفجارات الكيميائية المتفرقة والتي تحدث ومضاً ضوئياً أثناء حدوثها داخل الأنبوب.

عند مزج مادتين كيميائيتين وتفاعلهما تتكون مادة جديدة في حالة متهيجة، ومن الأمثلة على هذا الضخ ليزر فلوريد الهيدروجين وليزر فلوريد الديتريوم. ويتميز الضخ الكيميائي بكفاءته العالية.

٤) الضخ الالكتروني Electronic Pumping:

يتم من خلال تبادل الطاقة بين الإلكترونات ذات الطاقة العالية والإلكترونات في مستوى الطاقة الاوطأ في المادة الفعالة، أو تبادل الطاقة بين ذرات المستوى الارضي للمادة والذرات المثارة لمادة وسيطة أخرى، ويتم ذلك من خلال أنبوب التفريغ الكهربائي حيث تتصادم الإلكترونات والذرات المتهيجة مع بعضها. مثال ذلك ليزر غاز ثاني أكسيد الكربون وليزر الهليوم - نيون وليزر الأرغون.

٥) الضخ الحراري Thermal Pumping:

يمكن أن يتسبب كل من الضغط الحركي للغازات والتغيرات في درجات الحرارة في تحفيز وإثارة المواد لتبعث أشعة الليزر. وفي بعض الأحيان يتم استخدام مصادر للترددات الراديوية RF كطاقة داخلية من أجل عملية الضخ.