

未來를 開拓하는 魔術의 光線(레이저) I

—레이저의 歷史와 原理—

姜 衛 富
〈漢陽大 工大 電氣工學科 教授〉

目 次

- 1. 緒 論
- 2. 레이저의 歷史와 現況
- 3. 레이저의 原理
 - 3.1 自然放出과 誘導放出
 - 3.2 反轉分布
 - 3.3 3準位레이저와 4準位레이저
- 4. 레이저의 特徵과 그 應用

1. 緒 論

레이저가 “새로운” 光線을 처음으로 放射한 것은 1960年이나 그 後 약 20年의 歲月의 거쳐 레이저는 成人의 域에 到達하였다고 말할 수 있다. 當初 “魔法의 光線”이라 하여 큰 話題를 불러 일으킨 바 있었으며, 今世紀 最大의 發明이라 불리우는 레이저는 그에 相當하는 훌륭한 魅力을 潛在하고 있다. 幻想의인 三次元의 이미지(Image)를 具現하는 호로그램(Hologram)에서부터 光通信과 레이저레이더(Laser Radar), 그 위에 醫學用레이저메스, 物質의 加工, 우라늄(U)과 같은 同位體의 分離, 其他 여러가지의 計測에 이르기까지 폭넓게 利用되고 있으며, 最近에는 人類의 새로운 에너지源이 되는 核融合研究에도 利用되고 있다. 이와 같이 레이저에는 無限한 可能性을 內在하고 있다.

레이저가 誕生한 母體는, 元來 “量子일렉트로닉스(Quantum Electronics)”라는 學問分野이었는데 現在는 “레이저工學”이라 하는 새로운 領域으로서 發展하고 있다. 레이저에 關한 研究成果를 發表, 討論하기 위하여 隔年마다 開催되는 國際會議도 처음에는 IQEC(國際量子일렉트로닉스會議)밖에 없었는데 最近에는 CL EA(레이저工學과 그의 應用會議), CLEOS(레이저工學 및 光學시스템會議) 등 많은 國際會議가 開催되고 있다.

現在, 그림 1에 있는 바와 같이 波長이 微微리(100~773 μ m)에서 眞空紫外(0.1 μ m)에 이르기까지 廣

은 레이저發振이 이루어지고 있으며, 또한 레이저技術은 電子工學, 光學, 化學, 物理學, 工學 등의 分野에서 널리 利用되기 시작했다. 레이저技術의 應用的 狀況을 模式的으로 그림 2에 表示한다.

本稿에서는 레이저의 專門家가 아닌 學生 여러분에게 레이저의 原理와 그 몇가지의 應用例를 簡單히 紹介해 볼까 한다.

2. 레이저의 歷史와 現況

電子管을 使用하여 마이크로波를 發振시키는 것은, 마이크로波의 波長의 짧게 될 수록 더욱 어렵게 된다. 이 어려움을 打開하는 劃期的인 方法은 電子대신 原子 또는 分子를 利用하여 마이크로波를 發振시키는 것이었다. 1954年에 美國의 C.H. Townes는 高眞空中에 噴出하는 암모니아分子中에서 에너지가 높은 分子만을 選擇하므로써 波長 1.25cm의 發振器를 만드는데 成功하였다. 그는 이러한 發振裝置를 分子發振器(Molecular Oscillator) 또는 메이저(Maser)라고 命名했다. 그는 이 메이저를 發明한 業績에 의하여 1964年 노벨物理學賞을 受賞했다.

電子管發振器에서는 回路의 共振에 의하여 發振波長이 決定되는데 비해 메이저에서는 分子의 共鳴(共振)에 의하여 波長이 決定된다. 1mm이하의 작은 共振回路를 만드는 것은 매우 어려우므로 電子管으로서 波長 1mm 以下를 發生시키는 것은 不可能하다. 그러나 原子와 分子의 共鳴은, 波長이 1mm以下인 赤外線領域에서도, 1 μ m이하의 可視領域과 紫外領域에서도 많이 可能하므로, 메이저의 原理를 利用하면 光波도 發振시킬 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 着想으로 當時 光메이저로 불리우는 研究가 매우 活發하게 展示되었다. 그 結果 1960年에 美國의 T.H. Maiman이 史上 처음으로 루비結晶을 利用하여 波長 6343Å, 尖頭出力 약 5kw인 赤色光의 펄스發振에 成功하였다. 이어서

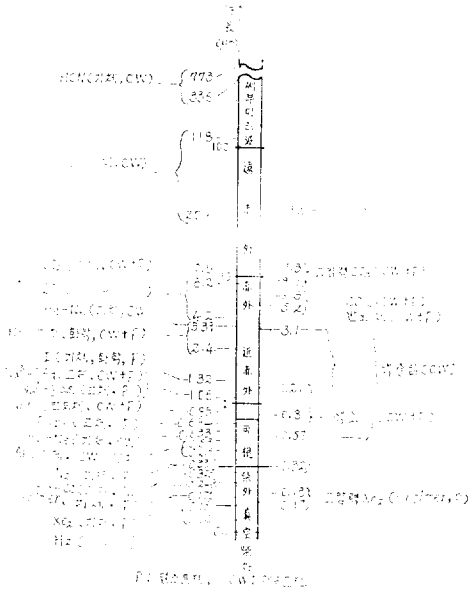


그림 1. 레이저의 波長域

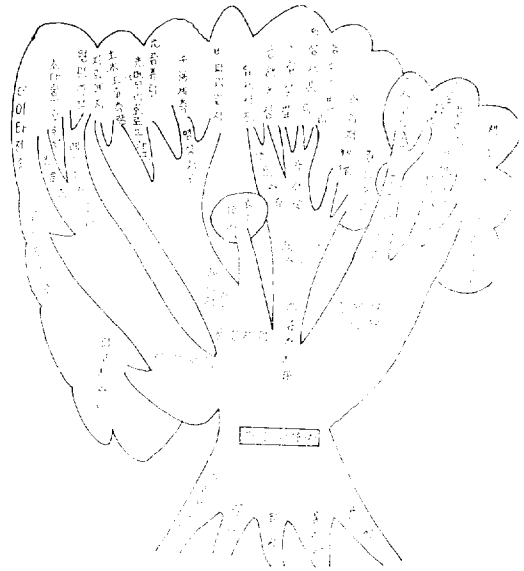


그림 2. 레이저 技術應用의 狀況

美國의 Javano이 He와 Ne의 混合氣體放電을 利用하여 波長 1,153 μ m, 出力 약 15mW인 連續發振에 成功하였다.

이 光레이저와 赤外레이저는, 지금까지의 普通光源과는 全然 다른 優秀한 特徵을 지니고 있으며 또한 마이크로波를 發振하는 레이저와는 그 原理는 本質적으로 同一하나 裝置面에서 相當히 다르므로, 그 後 一般적으로 레이저(Laser)라고 부르게 되었다.

레이저用 固體로서는 루비 以外에도 사마륨(Sm)을 不純物로 溶入하는 螢光의 結晶, 네오디뮴(Nd³⁺)을 不純物로 溶入하는 玻璃(Glass) 및 야그(YAG=이트륨·알루미늄·가넷)라 하는 結晶 등 數十種類의 結晶이 發見되고 있다. 야그레이저에서는 連續發振으로 數W以上の 出力을 얻을 수 있으며 高速度의 펄스發振도 可能하므로 集積回路의 Trimming, Scribing 등 各種의 레이저加工의 널리 利用되고 있다. 또 大型글라스레이저에서는 펄스의 尖頭出力이 10TW(10 \times 10¹²W)를 넘는 高出力레이저가 實現되고 있으며 레이저에 의한 核融合研究에도 利用되고 있다.

氣體레이저는 原子를 利用하는 것 以外에 窒素 N₂, 二酸化炭素 CO₂, 물 H₂O, 水素 H₂, 其他 등 分子를 利用한 것도 出現되고 있으며, 이를 利用한 氣體레이저의 發振波長은 眞空紫외의 0.1 μ m에서 밀리波의 2mm에 이르며, 現在 合計 1,000개에 가까운 發振線이 出現하고 있다. 예를 들면 H₂레이저는 0.11 μ m과 0.15 μ m 附近의 眞空紫外領域에, N₂레이저는 0.337 μ m과 0.358

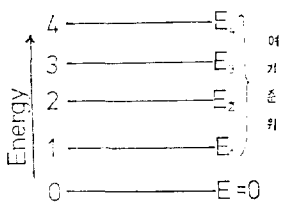
μ s의 紫外領域에, CO₂레이저는 9~11 μ m의 赤外領域에, H₂O레이저는 28~220 μ m의 遠赤外線領域에 各自 發振線을 갖고 있다. 氣體레이저는 普通 比較的 小出力이지만 發振波長과 出力의 安定도가 매우 높으므로 精密計測과 호로그라피(Holography)의 光源 등에 利用되고 있다. CO₂레이저에서는 連續出力이 10kW以上, 펄스尖頭出力로서는 1TW以上の 되는 것도 實現되고 있으며, 加工과 加熱에 利用되고 있다.

1962년에는 半導體레이저의 發振이 成功하였고 또 Raman레이저作用도 發見되었다. 色素를 알코올 등의 溶媒에 溶解시킨 것을 活性媒質로서 使用하는 色素레이저는 1966년에 發振에 成功하였다. 이 色素레이저는 氣體레이저와 固體레이저와는 달리 發振波長을 넓은 範圍에 變化시킬 수 있으므로 레이저의 應用分野는 顯著하게 擴大되어 가고 있다. 各種의 色素레이저를 利用하면 紫色으로부터 赤색에 이르기까지 어떠한 波長の 레이저光線도 發生시킬 수 있다. 또 半導體레이저 또는 Raman레이저를 利用하면 赤色으로부터 赤외의 波長30 μ m以上까지의 어떠한 波長에서도 發振시킬 수 있다. 半導體레이저는 小型이며 더우기 效率가 매우 좋다. 이러한 波長可變레이저는 分光測定과 同位體分離의 光源으로 널리 利用되고 있다. 특히 레이저 通信의 光源으로서의 글라스파이버(Fiber)에서 損失이 적은 波長 0.8 μ m과 1.3 μ m附近의 半導體레이저의 研究가 進行되고 있다.

3. 레이저의 原理

3.1 自然放出과 誘導放出

太陽의 빛을 三角柱形의 글라스·프리즘에 通過시키면 七色으로 分解되어 아름다운 무지개가 나타난다는 것은 누구나 잘 아는 事實이다. 太陽과 별의 光스펙트럼을 자세히 살펴보면 이 七色の 光은 連續的으로 色調가 變化하는 部分과 군데군데에 線狀으로 빛나는 部分으로 되고 있다. 前者는 連續스펙트럼, 後者를 線스펙트럼이라 한다. 많은 사람들의 研究에 의하여 特定한 元素는 一定한 線스펙트럼線을 放出한다는 것은 알게 되었다. 또 一定한 線스펙트럼을 放出하는 元素의 蒸氣는 그 線스펙트럼을 反對로 잘 吸收한다는 것도 알게 되었다. 예를 들면 高速度에서 많이 使用되는 나트륨램프는 波長 5890Å과 5896Å의 두줄의 線스펙트럼을 發生하는데, 이 나트륨의 蒸氣는 이 光線을 잘 吸收한다. 量子力學에 의하면 모든 原子 혹은 分子는 連續的인 에너지를 지닐 수는 없으며, 不連續인 에너지 즉 量子를 지니고 있다는 것은 잘 알려진 事實이다. 그림 3에 있는 바와 같이 이 不連續인 에너지를 에너지準位라 하며 에너지가 제일 낮은 狀態를 其底狀態, 그보다 높은 에너지狀態를 勵起狀態라 한다. 線스펙트럼의 放出, 吸收는 이러한 에너지準位間的 遷移로 인하여 일어난다. 즉 그림 4와 같이 에너지準位 E_2 의 勵起狀態에 있는 原子가 낮은 에너지 E_1 의 狀態에 遷移할 때 $\nu \approx (E_2 - E_1)/h$ 의 周波數를 갖은 光(光子)를 放出한다. 단 $h = 6.625 \times 10^{-34} \cdot J \cdot S$ 는 Planck의 定數이



기저상태

그림 3. 原子系의 에너지準位

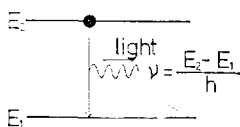


그림 4. 原子의 에너지와 放出되는 光의 周波數 ν 와의 關係

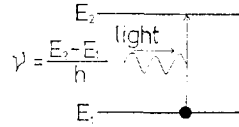


그림 5. 原子의 에너지와 吸收되는 光의 周波數 ν 와의 關係

다. 이와 같이 높은 에너지準位에 있는 原子는 그 準位의 壽命으로 決定되는 어떤 時間이 經過하면 自然히 ν 의 周波數를 가진 光을 放出하여 낮은 에너지準位에 遷移하는 現象을 自然放出(Spontaneous Emission)이라 한다. 反對로 ν 의 周波數를 갖은 光線이 入射하면 그림 5와 같이 狀態 E_1 에 있는 原子는 그 光을 吸收하여 높은 에너지狀態 E_2 에 遷移한다. 그런데 1917年에 A. Einstein은 높은 에너지準位 E_2 에 있는 原子는 自然히 光도 放出(自然放出)할 뿐만 아니라 그와 거의 같은 周波數의 光線이 外部로부터 入射할 경우에는 그에 共鳴하여 낮은 에너지準位에 遷移하면서 같은 周波數의 光을 放出하며, 한편 낮은 에너지準位 E_1 에 있는 原子도 同時에 入射光을 吸收하여 높은 에너지準位 E_2 에 遷移하고 또 吸收, 放出과 같은 確率로 일어난다는 것은 發見하였다.

그 概念을 그림 6에 나타낸다. 이와 같이 外部에서 들어온 光線에 의해 자극되어 일어나는 遷移를 誘導遷移(Induced Transition)라 하며, 특히 光線을 放出하는 遷移를 誘導放出(Induced Emission), 吸收하는 遷移를 誘導吸收(Induced Absorption)라 한다.

Einstein이 發見한 이 誘導放出을 利用한 光發振器와 增幅器를 레이저라 한다. 實際, 레이저라 하는 英語 laser는 “誘導放出에 의한 光의 增幅”이란 意味의 “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”의 各單語의 첫文字로 만들어진 것이다. 이 誘導放出의 原理는 60年以上이나 以前에 알려져 있

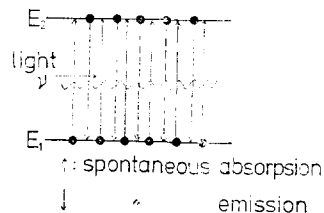


그림 6. 誘導放出과 誘導吸收

있지만, 이것을 利用하여 實際로 光을 增幅하는 裝置는 그렇게 容易한 일은 아니었다. 自然現象의 原理의 發見으로부터 이를 利用한 裝置가 發明될때까지의 사이에는 解決해야 할 많은 問題가 있었다.

3.2 反轉分布

1960년에 레이저의 最初의 實驗이 成功할때까지는 레이저를 實現하는 것은 原理의으로 不可能하다고 생각한 사람이 많았다. 왜냐하면 모든 原子系는 外部로부터 光이 入射하면 誘導放出과 誘導吸收가 同時에 일어나며, 熱力學에 의하면 誘導放出보다 誘導吸收가 반드시 세계 되기 때문이다. 즉 지금 그림 6에서 에너지 準位 E_1, E_2 에 있는 原子數를 각각 N_1, N_2 라 하면 N_1, N_2 는 Boltzmann分布則에 의하여 각각 다음 式으로 주어진다. 즉

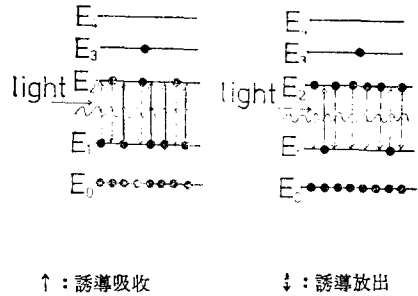
$$N_1 = N \exp(-E_1/kT)$$

$$N_2 = N \exp(-E_2/kT)$$

따라서

$$N_2/N_1 = \exp(E_1 - E_2/kT) = \exp(-h\nu/kT) \quad (2)$$

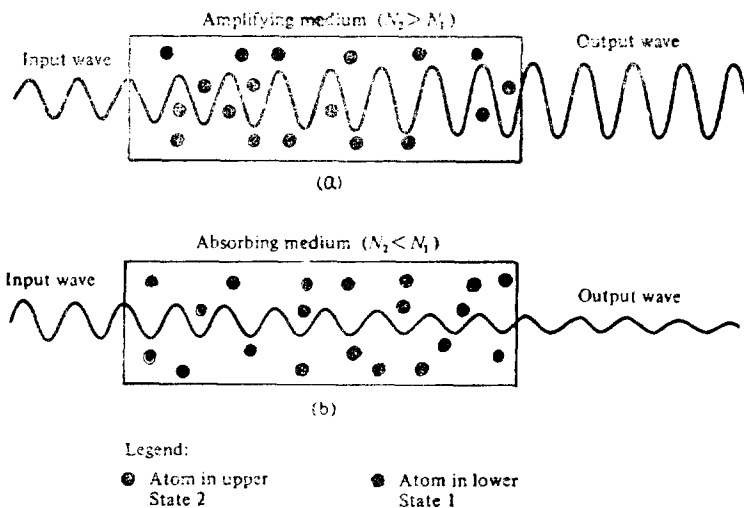
그러므로 熱平衡狀態에 있어서는 반드시 $N_1 > N_2$ 가 되며 誘導放出과 吸收는 같은 確率로 일어난다는 것을 想起하면 吸收가 放出보다 더 세계 되어 結果的으로는 吸收만 하게 되어 入射光은 減衰한다. 이러한 狀態에서 光의 增幅 즉 레이저作用을 일으킬 수는 없다. 이로부터 알 수 있는 바와 같이 레이저를 實現하기 위해서는 에너지 準位 E_1, E_2 사이에서 熱平衡狀態를 破壞시켜 $N_2 > N_1$ 의 狀態가 되도록 해 주어야 한다. 이



(a) 熱平衡狀態에서의 原子分布 (b) 反轉分布
그림 7. 熱平衡狀態 및 反轉分布에서의 誘導遷移

$N_2 > N_1$ 의 條件을 “反轉分布條件” 또는 “負溫度條件”이라 한다. 이 反轉分布條件에서는 $N_2 > N_1$ 이므로 誘導放出이 誘導吸收보다 더 세계 되며, 結局 入射光을 增幅하게 된다. 이 熱平衡狀態의 原子分布와 反轉分布의 概念을 그림 7 (a), (b)에 表示한다. 또 入射光의 增幅 및 減衰의 模式圖를 각각 그림 8 (a), (b)에 表示한다.

그러면 反轉分布를 어떻게 해서 實現하는가를 루비 레이저를 例를 들어 생각해 보자. 루비의 핑크(Pink)色은 酸化알루미늄中에 少量의 크롬(Cr)이 溶合되고 있기 때문이다. 結晶中에서 Cr은 Al와 같은 三價의 이온으로서 酸素原子와 結合하고 있다. 一般的으로 結晶中에서의 原子와 分子의 動作은 氣體中의 原子와 分



(a)는 反轉分布($N_2 > N_1$)를 지나는 媒質中에서의 증폭을, (b)는 熱平衡狀態($N_2 < N_1$)의 媒質中에서의 減衰를 각각 나타 낸다.

그림 8. 進行電磁波의 增幅의 模式圖

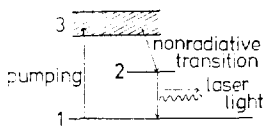


그림 9. 루비레이저中의 크롬이온의 에너지準位와 레이저作用의 모델

子보다 훨씬 複雜하지만 펄크루비의 경우 크롬이온의 量은 매우 적으며 酸化알루미늄中에 널리 分散되어 있어 實質으로는 이 크롬이온은 서로 獨立의 自由로 움직일 수는 없으나 거의 同等한 動作을 한다. 이 크롬이온의 에너지準位를 그림 9에 表示한다. 最低에너지準位, 즉 基底狀態 1의 위에 폭넓은 에너지帶 3이 있으며, 準位 1과 準位 3의 中間에 레이저作用을 일으키는 準位 2가 있다. 準位 1-3의 差의 에너지를 Planck定數 h 로 나누어서 얻어지는 값의 周波數의 光을 入射시키면 이 光이 吸收되어 크롬이온이 準位 3에 勵起된다. 이와 같이 上에너지準位에 이온을 올려 주는 作用을 펌핑(Pumping)이라 하며, 루비레이저의 경우는 強力한 Xe-flush lamp에 의하여 펌핑을 한다. 이때 準位 1은 거의 빈 狀態가 되며 準位 3에 勵起된 이온은 그 에너지를 周圍에 있는 原子에 주므로서 光線을 放射하지 않고 準位 2에 遷移한다. 이온이 準位 2에 滞在하는 時間을 勵起準位 2의 壽命(Life time)이라 하는데, 이 壽命은 比較的 길며 따라서 이 時間 사이에 점점 準位 2에 이온이 蓄積된다. 이때 上準位 2에 있는 이온數가 下準位 1에 있는 이온數보다 훨씬 많은 狀態 즉 準位 2-1間에 反轉分布狀態가 이루어진다. 이와 같이 反轉分布가 實現되면 發振과 增幅을 일으키는 것은 簡單한 일이다. 發振을 例로 들면 그림 10에 表示한 바와 같이 反射鏡으로 만들어진 光共振器에 이 루비를 配置하면 된다. 自然放出로 인하여 생긴 光은 共振器內部를 往復하여 誘導放出을 일으켜 눈사태와 같이 光이 增幅되어 共振器內部에는 強力한 光이 充滿하게 되어, 이

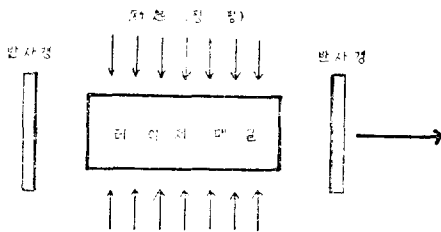


그림 10. 레이저發振器의 概念圖

光線은 出力側反射鏡을 通하여 外部에 放出된다. 基底狀態에 있는 原子를 높은 準位에 올려주는 펌핑法에는 光에너지뿐만 아니라 電氣에너지, 化學反應에너지 등 여러가지가 있다.

3.3 3準位레이저와 4準位레이저

레이저는 普通 3準位레이저와 4準位레이저의 두種類로 분류된다. 4準位레이저의 理想的인 모델을 그림 11에 나타낸다. 레이저作用은 準位 1-2 사이에서 일어나는데, 이 레이저의 큰 特徵은 基底準位와 1準位사이의 에너지差 E_1 이 충분히 크고 레이저가 動作하는 溫度 T 에서는 $E_1 \gg kT$ 가 된다. 따라서 熱平衡狀態에 있어서는 準位 1에 있는 原子數는 無視할 수 있을 정도로 적다. 이에 더하여 準位 1에 있는 原子의 壽命 t_1 이 準位 2의 t_2 에 비해 짧으므로 準位 1에 있는 原子數는 準位 2의 原子數에 비해 無視할 수 있다. 따라서 基底狀態에서 準位 3에 펌핑된 原子는 急速한 非放射遷移를 通해서 準位 2에 遷移하며 準位 1에는 거의 原子가 없는 狀態이기 때문에 準位 1-2 사이에는 큰 反轉分布가 이루어지므로 매우 效率 좋게 레이저作用을 일으킬 수 있으며 다음에 말하는 3準位레이저에 비해 훨씬 쉽게 레이저作用을 일으킬 수 있다. 4準位레이저의 代表的인 것으로는 Nd^{3+} -글라스레이저, Nd^{3+} -YAG 레이저, $He-Ne$ 레이저 등이 있다.

3準位레이저의 理想的인 모델을 그림 12에 表示한다. 그림에서 레이저作用은 準位 2와 準位 1(=基底狀態) 사이에서 일어난다. 基底狀態 3에서 準位에 펌핑된 原子는 非放射過程을 通하여 準位 2에 遷移하는데 充分히 펌핑하여 準位 2의 原子數가 $N_2 = N_1 = N_0/2$ 程度가

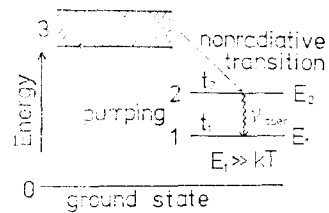


그림 11. 典型的인 4準位레이저의 에너지準位の 概念圖

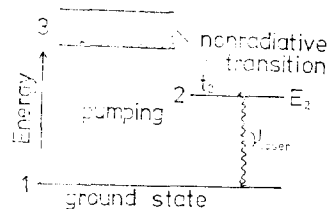
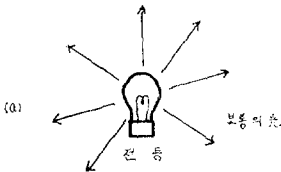


그림 12. 典型的인 3準位레이저의 에너지準位の 概念圖

되어도 反轉分布는 $N_2 - N_1 = 0$ 이 되므로 레이저作用을 일으킬 수 없다. 따라서 이 레이저에서는 펌핑을 더욱 強하게 하여 $N_2 - N_1 = N_c$ (단 N_c 는 레이저作用을 일으키는 데 必要한 反轉分布의 閾值)의 條件이 이루어져야만 레이저作用이 일어나므로 큰 펌핑에너지가 必要하며, 따라서 4準位레이저에 비해 매우 效率이 낮으며 레이저作用을 일으키는데 어려운 점이 많다. 루비레이저는 典型的인 3準位레이저이다.

4. 레이저의 特徵과 그 應用

레이저光을 본 사람이면 누구든지 맨 먼저 느끼는 점은 레이저光線이 거의 퍼지지 않고, 가는 빔狀態로 直進하는 점이다. 光線이 直進한다는 것은 옛날부터 알려지고 있지만, 촛불, 電燈 등으로 나오는 普通光線은 그림 13(a)에 있는 바와 같이 四方八方으로 퍼져 나가며, 레이저光線은 그림 13(b)와 같이 한 方向에만 一直線으로 進行한다. 그러나 레이저光線이라 하더라도 光波이므로 波動性에 의한 回折效果로 인하여 조금씩 빔이 퍼지게 된다. 그래서 레이저光을 먼 데까지 可及的으로 퍼지지 않도록 보낼려면 望遠鏡을 거꾸로 使用한다. 즉 그림 14과 같이 接眼鏡側으로부터 레이저光線을 入射시켜 對物鏡으로부터 나오도록 하면 된다. 그러면 M 배의 望遠鏡을 使用할 경우 빔의 굵이는 M 배가 되며 遠方에서의 擴散角度는 M 분의 1이 된다. 작은 可視光레이저와 望遠鏡을 組合한 이와 같은 裝置는 레이저照準器라 하며 터널工事와 파이프의 敷設 등의 土木工事, 여타가지 建築工事에 널리 利用되고 있다.



(a) 모든 方向에 퍼져나간다.
(b) 한 方向에만 直進한다.

그림 13. 普通光線과 레이저光線의 差異

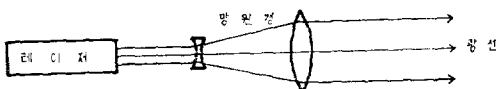


그림 14. 레이저照準器의 原理圖

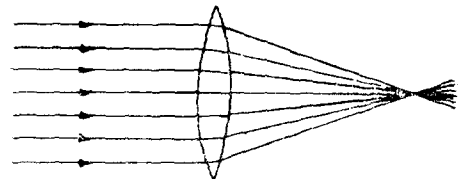


그림 15. 레이저光의 集束하면 焦點에서의 에너지密度가 매우 높다.

레이저光線은 거의 完全한 平行光線이므로 그림 15 같이 렌즈로서 集束하면 작은 焦點에 集中된다. 光의 波動性에 의하여 決定되는 이 焦點의 크기는 波長과 같은 程度이므로 焦點에서의 光의 에너지密度는 매우 높게 된다. 예를 들면 1W의 레이저光의 集光面積이 $10(\mu m)^2$ 이라 하면 이 焦點에서의 光의 세기는 $10^8 W/m^2$ 정도의 큰 값이 된다. 이것은 地上에서의 太陽光의 100萬倍以上의 세기이다. 이와 같이 레이저光을 集束한 焦點에 物體를 놓으면 텅그스텐이나 다이아몬드도 곧 高溫이 되어 蒸發하며 焦點에서 구멍이 뚫린다. 焦點을 移動시키면 切斷, 溶接, 흡내기등과 같은 加工을 쉽게 할 수 있다. 이것이 레이저加工의 原理이다.

사람의 身體의 一部를 메스로 짜르면 많은 피가 흐르는데 레이저로 짜르면 피가 그렇게 흐르지 않는다. 이것을 外科手術에 利用한 것이 레이저메스이다. 이 以外에도 醫療에 레이저를 利用하는 많은 研究가 進行中이다.

더욱 強한 出力이 GW級인 레이저도 開發되고 있으며 이 레이저를 重水素에 照射하여 核融合을 일으키는 研究도 活潑히 展開되고 있다. 이러한 應用은 모두 레이저光線의 平行性, 따라서 렌즈에 의한 에너지集中性의 매우 좋은 특성을 利用한 것이다.

그 以外에 더욱 重量한 레이저光의 特徵은 그 單色性에 있다. 太陽과 電燈에서 나오는 普通光線은 프리즘을 통해서 보면 赤, 橙, 黃, 綠, 靑, 紫 등의 스펙

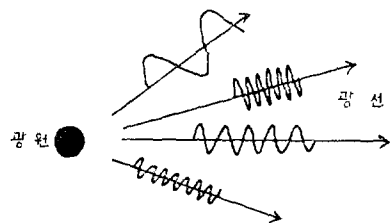


그림 16. 普通光線의 周波數와 位相은 매우 不規則하다.

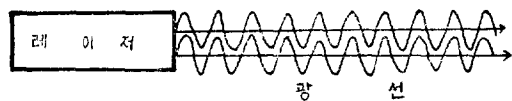


그림 17. 레이저光線은 單一周波數이며 그 位相도 規則性이 있다.

트럼으로 나누어진다. 이에 對하여 레이저光은 프리즘을 通해서도 나누어지지 않고 한 色뿐이다. 그림 16에서 보는 바와 같이 電燈 등에서는 여러가지 周波數를 지닌 光線이 제멋대로 나오며 그 位相도 不規則하게 되어 있으며 그 길이도 짧다. 이에 比해, 레이저는 그림 17과 같이 單一 周波數의 光線이 同位相으로 나오며 그 길이도 매우 길다는 것을 알 수가 있다. 이러한 레이저의 特性을 코히렌트(Cohereut)라고 하며, 干涉性이 매우 優秀하다. 이러한 特性은 精密計測과 光情報處理에 널리 利用되고 있는데 이에 對해서는 別稿에서 紹介하기로 한다.

레이저는 一定한 周波數와 振幅을 지닌 光線을 放出할 뿐만 아니라 그 周波數와 振幅을 相當히 自由롭게 變化시킬 수가 있다. 信號波形에 따라서 周波數를 變化시키면 FM(Frequency Modulation), 振幅을 變化시키면 AM(AMPLIFIER Modulation)이 되는데 이를 利用하여 光通信을 할 수가 있다. 半導體레이저와 光

파이버를 組合한 光通信에 對해서는 다른 機會에 紹介할가하는데, 레이저는 마이크로波에 比해 훨씬 波長이 짧으므로 머리카락과 같은 가는 玻璃파이버를 通過할 수 있으며, 그 위에 매우 高速度로 變調할 수 있으므로 한꺼번에 많은 情報를 傳送할 수 있다. 이에 關한 研究는 世界各國에서 大的으로 展開되고 있다.

레이저光을 高速度로 變調할 수 있다는 것은 또한 매우 짧은 레이저光펄스의 發生이 可能하다는 것이다. 100萬分の 1秒(μs)의 100萬分の 1를 1 피코秒라 하며 1ps라고 쓰는데 요즘은 1ps以下의 새브피코秒의 光펄스도 發生되고 있다. 1ps가 어느 程度 짧은 時間인가는 살펴보면 每秒 30萬km를 進行하는 光이라 하더라도 1ps사이에는 0.3mm밖에 進行하지 않을 程度이다. 그러므로 0.3ps의 레이저펄스는 光線 또는 빔狀態로 進行하는 것이 아니라 종이보다 얇은 0.1mm程度의 두께의 圓板形으로 圓板의 中心軸方向으로 進行하고 있다고 생각하는 것이 좋다. 物質內의 原子와 分子의 超高速度의 現象을 이와 같은 레이저로 研究하는 分野도 盛況을 이루고 있다.

레이저의 이와 같은 個有的 特性은 이미 넓은 科學技術分野에서 利用되기 시작했으며 또한 새로운 可能性도 많이 內包하고 있다.

그러면 레이저에는 어떠한 種類가 있으며, 그것이 어떻게 利用되고 있는가 하는 그 詳細한 內容은 다음 號에서 紹介할가 한다.

科學技術人淨化推進決意大會

決 意 文

우리 科學技術人은 밝아오는 새시대를 맞이하기 위하여 우리주변에 散在해 있는 不合理的 여러 요인들을 剔扶하고 淨化運動에 앞장서서 正義로운 福祉社會를 具現하고자 다음과 같이 決意한다.

1. 우리는 科學技術人의 信條를 指標로 삼아 새역사 創造의 誠實한 役軍이 된다.
1. 우리는 無事安逸의 타성을 버리고 國民生活科學化運動에 積極參與한다.
1. 우리는 社會淨化運動에 앞장서서 民主福祉國家建設에 이바지 한다.

口 號

眞理를 探究하여 새역사를 創造하자.
正義를 具現하여 밝은사회 이룩하자.
社會淨化運動으로 福祉國家 建設하자.