

레이저應用的 急成長

金 在 基 譯

여러 分野의 高級技術用語에는 各單語의 머리 글자를 따서 만든 略語를 흔히 使用하고 있는데, 그 中에는 才致있는 것도 있고 比較的 發音이 어려운 것도 있으며, 어린이들도 잘 알고 있는 用語도 있다. UNO, NATO, Radar 등은 잘 알려진 用語들이다. 近來 레이더 만큼이나 널리 알려져 있는 것중의 하나가 Laser 이다.

레이저란 誘導輻射 放出에 의한 光增幅(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)의 略語인데 일반적으로는 軍事的 目的 또는 그밖의 目的에 利用할 수 있는 여러 物理的 特性을 가진 강력한 빛을 의미한다.

레이저는 非軍事的으로 眼科手術과 潰瘍治療 등에 利用하며, 産業에 있어서는 미세한 點銲接이나 既存方法으로는 뚫을 수 없는 작은 구멍을 加工하는데 適合하다. 이 밖에도 레이저는 대부분이 軍事的 應用的 副産物이겠지만 非軍事的으로 많이 應용될 것이 분명하다.

오늘날 레이저는 대부분 軍事的으로 應용되고 있다. 레이저 빔은 소리없이 發生되며 또한 電波의 방해를 받지 않는다. 레이저는 種類와 出力에 따라 資料運送이나 物理的 損傷을 주는데 利用할 수 있다. 레이저의 傳播速度는 그 이름에서 알 수 있듯이 빛의 速度와 같다.

여기서는 몇가지 기본적인 레이저의 種類 및 主要應用に 관해 論議한 후 標的照射와 誘導武器 分野에 使用되는 특수한 레이저에 대해 記述 하겠다.

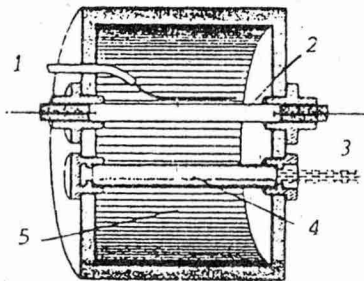
그러나 레이저技術의 起源은 비교적 오래되지 않았으므로 뒤에 敍述하는 내용을 잘 理解할 수 있도록 基本原理에 대해 간단히 説明하기로 하겠다.

基本原理

레이저는 波長이 可視光線 스펙트럼領域에 있는 電磁氣波를 量子·電子工學(Quantum-electronic)의 으로 증폭하는 장치로 강력한 세기의 單色光을 發生시킨다. 레이저光線은 레이저媒質을 구성하는 原子 또는 分子와 輻射場光子의 상호 작용에 의하여 誘導輻射 및 증폭됨으로써 發生 된다.

原子, 이온, 分子와 같은 微視物理系가 氣體狀態 또는 固體狀態로 電磁氣場 속에 놓이게 되면 電磁氣場으로부터 光子를 흡수하여 本來보다 높은 에너지狀態로 들뜨게 된다.

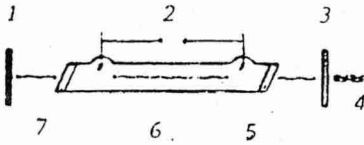
그러나 대부분은 짧은 時間후에 자발적으로 원래의 상태로 떨어지게 된다. 이와는 달리 들뜬



〈그림 1〉 橢圓 反射鏡 內部에 위치한 閃光燈이 있는 固體 레이저.
1. 點火 電極 2. 閃光燈 3. 레이저光線
4. 레이저媒質 5. 反射鏡

상태에 있는 原子가 주위의 강한 電子氣場에 의해 떨어지면서 光子를 放出할 수도 있는데 이를 誘導放出이라고 한다. 誘導放出에 의해 生成된 光子는 완전한 干涉性을 갖는다고 할수 있다. 즉, 작용된 電磁氣場과 똑같은 位相 및 方向을 갖는다.

레이저發生에는 이 밖에도 많은 要因을 고려해야 하겠지만 그 過程은 여기서 記述한것 보다 훨씬 복잡하므로 省略하기로 한다.



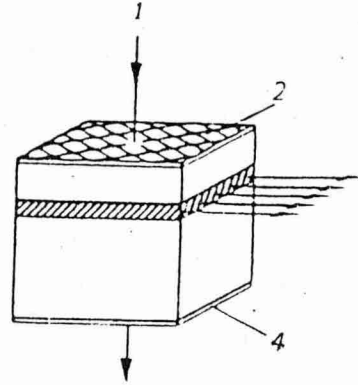
〈그림 2〉 氣體放電레이저
1. 反射鏡 2. 放電 電壓 3. 部分反射鏡
4. 레이저光線 (5, 7) 브루스터窓 (Brewster Gate) 6. 氣體媒質

主要構成成分

레이저發振器는 원리적으로 增幅器, 周波數選擇裝置 및 共振器 등으로 構成되어 있다. 干涉性 光增幅을 얻기위해 적합한 振動數를 가진 光을 活性媒質에 넣어 한 方向의 증폭만이 일어나게 해야 한다. 이는 두개의 反射鏡으로 이루어진 開放型 光學共振器를 사용함으로써 레이저共鳴效果가 일어나게 하면 된다. 反射鏡 중의 하나는 빛의 일부가 透過할 수 있도록 半透明해야 한다. 레이저媒質은 두 反射鏡 사이에 위치하며 두 反射鏡은 活性媒質 속으로 레이저 빔을 피드백 (Feedback) 시켜 준다.

反射鏡에 垂直한 方向으로 光利得이 두 反射鏡 사이에서 일어나는 손실보다 클때 共鳴增幅이 지속적으로 일어나게 되어 레이저가 發振된다.

레이저는 活性媒質에 따라 固體레이저, 半導體레이저 液體레이저 및 氣體레이저로 구분한다. 出力光의 특성에 따라 閃光레이저와 連續光레이저로 구분하기도 한다. 레이저의 媒質에 에너지를 공급해 주는 펌핑 (Pumping) 方法은 레이저 種類에 따라서 다른데 다음과 같은 세가지의 기



〈그림 3〉 半導體레이저
1. 電源 2. 電極 3. 레이저光 4. 電極
(두 半導體의 電氣傳導도는 서로 다르다)

본적인 方法을 사용하고 있다.

光펌핑方法은 強度가 높은 光源을 에너지源으로 사용하며 電氣의 펌핑方法은 氣體放電을 통하여 에너지를 공급한다. 또한 注入型 펌핑은 半導體의 兩極 사이에 電流를 흐르게 함으로써 半導體 안의 自由電子에 에너지를 공급한다.

레이저의 種類

固體레이저는 光펌핑方法을 사용한다. 活性媒質로는 보통 非傳導性 結晶을 사용하며 현재 루비가 많이 사용되고 있다. 그 밖에도 란타넘과 악티늄系列의 元素가 添加된 結晶을 사용하고 있으며, 특히 네오디뮴 유리 (Nd:Glass)가 널리 사용되고 있다.

液體레이저에서는 킬레이르複合體와 같은 活性液體媒質이 적절한 容器속에 담겨있다. 氣體레이저는 헬륨, 네온과 같은 單原子 不活性氣體 및 分子氣體 또는 金屬 및 有機物의 蒸氣를 사용한다. 氣體레이저에서도 光펌핑方法이 可能하나 電氣的 放電을 이용하는 것이 보다 효율적이다.

半導體 또는 다이오우드 레이저는 일반적인 다이오우드와 비슷한데 서로 다른 電氣傳導도를 갖는 두 半導體 物質 사이의 轉移에 의한 再結合過程을 이용한다. 레이저媒質로는 GaAs 또는 InSb를 사용하고 있다. 半導體레이저의 가장 큰 長點은 그 크기가 매우 작다는 것이다.

앞에서도指摘했듯이 레이저光線은 精密드릴링 및 點銲接, 金屬의 절단, 蒸氣化 및 熔融에 이용할 수 있다. 建物敷地 測量이나 三角測量에 레이저를 基準線으로 사용하면 대단히 정확하게 測量을 할수 있다. 速度, 加速度 및 減速度測定에 레이저도플러效果를 이용하면 지금까지 알려진 방법보다 훨씬 높은 正確度를 얻을수 있다.

또한 레이저光은 干涉性이 매우 좋으므로 精密距離測定에도 利用할 수 있다. 레이저에 레이더技術을 적용하여 만든 라이더(Lidar: Light Detection and Ranging)는 距離測定은 물론 蒸氣 및 煙霧와 무한히 작은 物體, 그리고 大氣亂流 등도 感知하고 측정할 수 있다. 이 사실은 레이저와 레이더가 技術的으로 주목할 만한 相互關聯이 있음을 의미한다.

距離測定을 하기위해 電磁氣 펄스를 轉送하는 대신에 光 펄스를 보내며 誘導放出은 마이크로波 스펙트럼 領域에서 光 스펙트럼 領域으로 轉換되었다.

應用趨勢

레이저技術의 軍事的 應用은 방대하며 계속 증가하고 있다. 레이저는 최초로 距離測定器에 應用되었다. 모든 火器의 射擊統制裝置에서 좋은 命中率을 얻기 위해서는 射擊諸元으로서 精確한 距離情報가 필수적이다. 距離測定方法의 信賴度에 따라서 射擊統制裝置의 성능이 결정된다. 물론 오늘날 距離測定器에 레이저만이 사용되고 있는 것은 아니다. 레이더를 使用하여 距離情報를 획득할 수 있으나, 가격이 대단히 비싸며 그 크기도 매우 크다. 光學的 三角法 역시 일찌기 距離測定方法으로 사용되어 왔으나 距離誤差가 매우 크다.

現在 사용되고 있는 레이저距離測定器는 작고 가벼우며 매우 精確하므로 重量上의 문제나 큰 複雜性 없이 射擊統制裝置에 부착할 수 있다. 최근에는 雙眼鏡만 하거나 심지어는 더 작은 레이저距離測定器도 있다.

또한 레이저는 空對地 또는 地對地 등의 誘導武器에서도 應用되고 있다. 최신의 武器體系까지도 地對空미사일誘導에 레이저光線을 사용한다.

다. 적절한 例로서 Oerlikon ADATS 나 Bofors RBS 70 등을 들수 있다.

誘導武器

레이저武器誘導에서는 暗號化된 레이저 빔을 표적에 照射하여 주면 미사일의 레이저追跡器가 탐지하여 미사일을 표적으로 誘導시킨다. 대표적인 레이저標의 獲得, 認識 및 追跡裝置는 Martin-Marietta 社의 AN/AAS-35(V) Pave Penny 이다. 이 장치는 적절한 近接支援航空機 內部나 外部(Pod 형태)에 搭載할 수 있다.

標의 指示器를 小銃이나 輕機關銃에 부착하여 사용하면 눈으로 표적을 조준하지 않고 총열을 精確하게 표적을 向하도록 할수 있다. 여기에는 주로 小形의 루비 레이저를 사용하며 小銃의 총열 끝부분 밑에 부착시킨다. 이 裝置는 射距離에 따른 彈道變化를 補正하여 레이저 빔이 精確한 彈着點을 지시하도록 조정할 수 있다.

또한 訓練裝備에도 레이저가 많이 사용되고 있다. 實彈 대신에 레이저 빔을 주어진 標의에 보낼수 있으므로 모든 종류의 射擊에 이상적인 訓練手段이라 할수 있다.

이 訓練裝備를 이용하면 實彈을 사용하지 않고 사고위험도 없으며 環境的 制限을 받지않으므로 訓練費用을 절감할 수 있다. Saab-Combitech 社의 BT41 直接射擊 시뮬레이터와 Hamburg 의 Kurt Eichweber 社의 Talissi Firing 시뮬레이터는 잘 알려진 戰車砲術訓練裝備들이다.

레이저技術은 혁신적으로 자이로스코프에서 應用되고 있다. 安定된 플랫폼에 固定된 자이로스코프는 航空機, 헬리콥터, 艦艇, 地上車輛 및 미사일等 모든 運動物體에 方向 및 姿勢에 대한 基準資料를 제공한다.

在來式 자이로에서는 무거운 回轉體가 짐발위에 부착된 캡슐 안에 들어있다. 變換器가 짐발의 運動을 感知하여 精確한 方向으로부터 벗어난 定度를 적절한 出力형태로 알려준다.

機械式 자이로는 비록 信賴性이 높고 精確하지만 한가지 中대한 短點이 있다. 즉 시간이 경과할수록 偏差가 생겨 그결과 位置의 오차가 생긴다. 이 誤差는 시간이 경과할수록 점점 증대

된다. 즉 이런 형의 자이로가 航空機에 사용되어 大西洋을 횡단하는 경우 數海里 정도의 位置誤差가 일어난다.

레이저 자이로

레이저 자이로는 機械的인 回轉體 대신에 회전하는 레이저光束을 사용하므로 자이로스코프의 偏差가 없다. 레이저 자이로는 링이나 四角形 혹은 三角形 모양의 레이저로 構成되어 있는데 徑路를 따라 움직이는 光子가 基準資料를 제공해 준다. 링 레이저 자이로는 機械的인 부품이 없어 거친 환경에 적합하기 때문에 高性能 航空機와 미사일에 사용되고 있다.

링 레이저 자이로에서도 작은 偏差가 발생할 수 있는데 이것은 자이로 自體의 誤差라기 보다는 시스템의 干涉現象 때문이다.

리튼社의 誘導調整裝置部, 페란티社의 航法裝置部, 英國 에어로 스페이스社의 블랙크넬部, 하니웰社의 航空 및 防禦部, LM 에릭슨社의 MI部 등은 여러 용도의 링 레이저 자이로를 생산하는 유명會社들이다.

未來의 展望

레이저 빔은 또한 通信手段으로 이용된다. 1985年 2월에 Lockheed Missile and Space社는 Northrop社의 電子工學部와 이 분야의 研究 프로그램에 900만弗 상당의 契約을 체결했다. 契約條件에 따라 Northrop은 美海軍의 衛星中繼潛水艦 레이저通信프로그램에 적합한 靑色레이저開發을 목표로 研究를 계속하고 있다. 靑色레이저는 일종의 氣體레이저로, 염화제논(XeCl)을 레이저媒質로 사용하여 數수울(Joule)의 反復펄스로 동작한다. 이 레이저는 라만 光波變換器와 함께 동작하게 된다.

現在 레이저技術에 이렇게 저렇게 연관되어 있는 光電子(Electro-optic)會社들은 수없이 많다. 그들 중 상당수는 距離測定器를 생산하고 있으며, 또한 레이저發振器를 사다가 特定裝備의 組立生産만을 하고있는 會社도 多數 있다.

레이저技術의 초창기에 레이저빔은 일반적으

《國防과 技術 1986.7》

로 강력한 殺人光線 또는 미래의 소리없는 殺人武器 등으로 표현되었다. 레이저에 대한 이런 定義는 아마도 空想科學小說이나 映畵의 영향으로 과장된 반면, 과거 空想的인 이야기가 개발로 실현될 것 같다.

1983年 3月 워싱턴에서 발표된 레이건美大統領의 戰略防衛構想(SDI)은 彈道미사일의 再突入時 防禦를 위하여 宇宙 및 地上武器의 개발에 舉國的인 총력을 경주하려는 것이다. 彈頭를 파괴하기 위한 수단중에는 여러 種類의 레이저 및 粒子빔武器가 포함되어 있다.

戰略防衛構想에서의 레이저

彈道미사일의 여러 防禦段階를 설명하지 않고 레이저 관련 武器만을 설명하는 것으로 충분하다. 感知器에 포착된 物體를 파괴하기 위한 化學레이저가 Kirtland AFB에서 개발되어 시험중에 있다. 그 밖에 엑시머 레이저(Excimer Laser)가 있는데 宇宙武器用 짧은 波長의 레이저이다. 이 레이저는 1988年 大規模 실험이 가능할 것으로 예측된다. 自由電子레이저(Free Electron Laser)는 1989년에 시험할 예정인데, 현재 實驗室에서 시험중이다.

궁극적인 레이저武器는 로렌스 리버모어 研究所에서 개발중인 X-線 레이저이다. X-線 레이저는 진행로 앞의 어떠한 標的도 破壞시킬 수 있다. 즉 어떠한 固體 物質이라도 산산조각낼 수 있다. 현재까지 이 레이저에 대해 더이상 공표된 것은 없다. X-線 레이저는 小型 核爆發로부터 펄핑 에너지를 공급받아 레이저光이 誘導放出된다.

의심할 여지없이 레이저는 앞으로 계속해서 그 應用이 증가할 것이다. 여기서 언급한 내용들은 가장 基本的인 應用에 관한 것이다. 가장 흥미 있는 事實은 레이저技術이 中期的인 개발段階에 있다는 것이다. 未來 어느 날인가 레이저技術이 가공할만한 어떤 結果를 낳을 것임에 틀림없다.

참고 문헌

(Armada International, 6/1985)