

레이저 應用兵器

韓 弼 淳<理學博上>

1972년 봄에 하노이 軍隊가 월남에 大量攻勢를 취하자 당시 美國의 닉슨 대통령은 北爆 再開始를 명령하였다. 월맹군의 주요 輸送 및 補給基地가 爆擊의 대상이 되었으며 이때 美軍은 레이저 誘導彈인 “스마트彈”을 본격적으로 사용함으로써 그전까지만 해도 攻擊이 불가능했던 民間人 밀집住居地域이나 一般産業工場 근처의 主要 軍事目標物도 選擇의으로 정확히 파괴시킬 수 있었다. 당시 2개월 동안의 爆擊效果가 過去 4년동안의 폭격에 비해 더많은 損失을 敵에게 입힘으로써 레이저 誘導爆彈의 威力이 全世界에

알려지게 되었으며 월남 停戰協定の 한 契機가 되었다. 또한 1975년에 美國의 偵察用 諜報衛星 2대가 시베리아 上空에서 破壞된 일이 발생했는데 이는 소聯에서 發射한 強力한 레이저光線에 의해서 일어난 것이 分明한 것으로 알려지고 있다. 이렇게 地上戰 뿐만아니라 空中戰, 나아가서는 宇宙戰爭의 手段으로 레이저光線을 이용한 武器가 차차 現實로 등장하게 됨으로써 앞으로 軍戰略 및 戰術에 劃期的인 變化를 가져올 것은 명백한 事實이다.

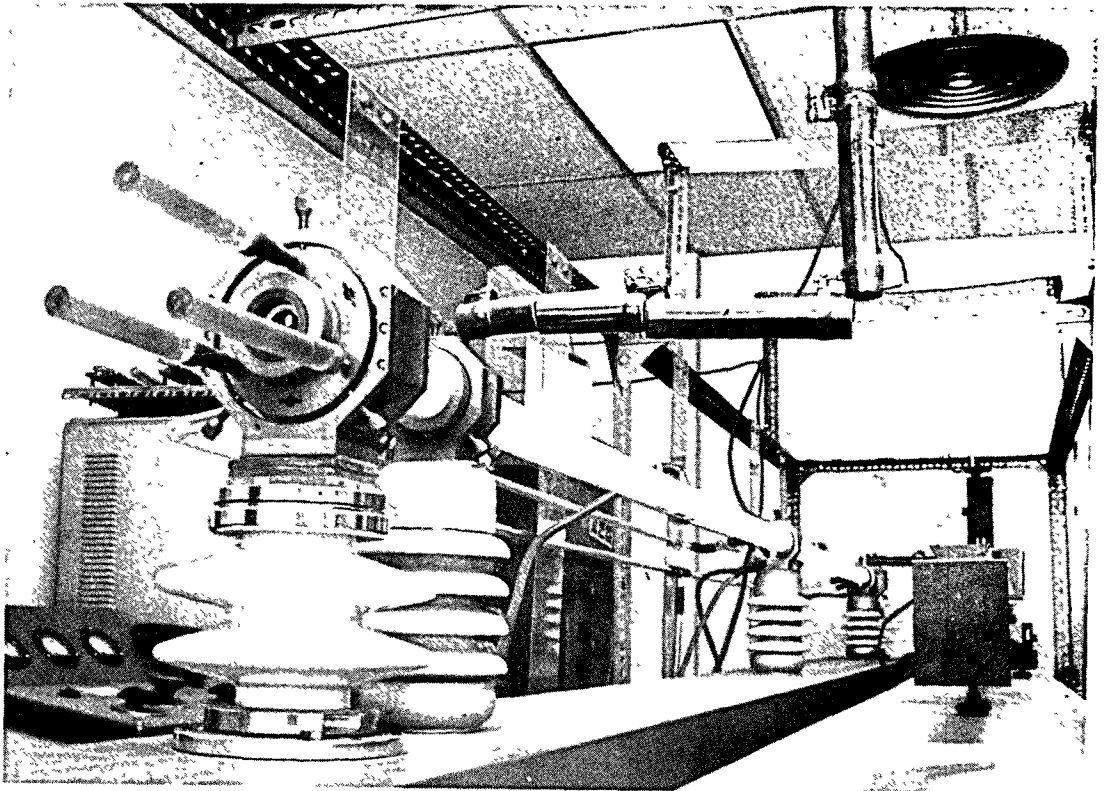


그림 1 탄산가스 레이저裝置

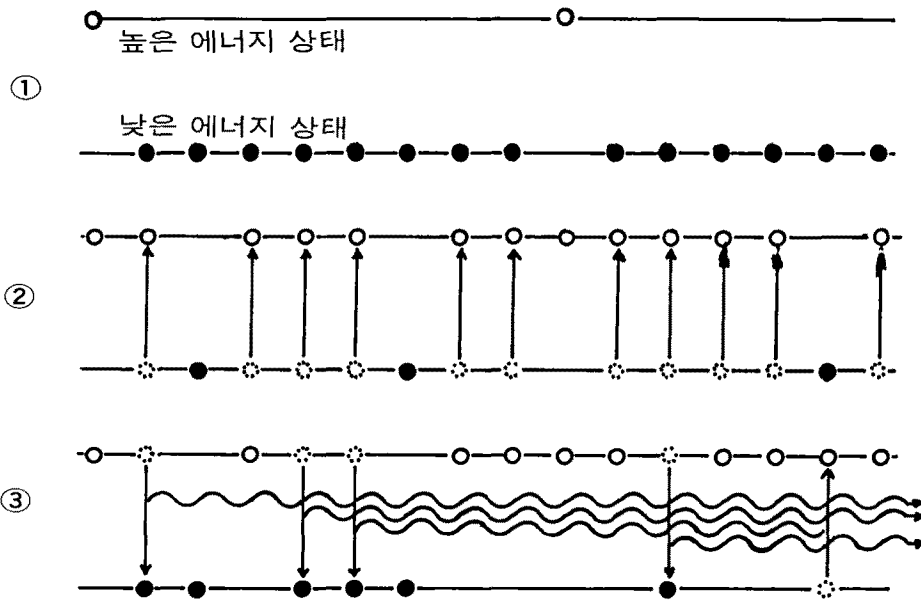


그림 2 레이저光發生原理圖

1. 레이저

이러한 可恐할 威力를 발휘하는 레이저도 光線(電磁波)의 一種에 불과하다. 레이저(LASER)란 用語는 "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation"의 머리글자를 모은 것으로서 "輻射의 誘導放出에 의해 增幅된 빛"을 의미한다. 1960년에 미국 휴즈 항공회사의 한 研究室에서 마이만(Maiman)에 의해 寶石으로 알려진 루비 結晶體로부터 赤色の 레이저 光線이 世上에 처음 등장하자 세계적으로 커다란 관심을 불러 일으켰다. 20世紀의 위대한 發明中의 하나인 이 레이저는 1950년대에 美國의 物理學者 타운즈(Townes), 소聯의 物理學者 바소프(Basov), 프로코로프(Prokhorov)에 의해 그 可能性이 提示되었으며 그 공로로 이들에게 노벨賞이 共同 授與되었다.

지금까지 登場한 레이저는 그 種類가 매우 多樣하며 레이저가 發生하는 波長은 紫外線에서부터 可視光線, 그리고 遠赤外線에 이르기까지 널리 分布되어 있다. 레이저를 發生시키는 物質로는 루비(크로뮴 이온 添加), 유리(네오디뮴이온 添加), YAG(네오디뮴 이온 添加)등의 固體棒,

헬륨, 네온, 탄산가스, 아르곤 등의 氣體, 酸化셀레늄(네오디뮴 이온 添加), 有機色素 등의 液體, 갈륨 아세나이드(GaAs), 인듐 아세나이드(InAs)등의 半導體 物質이 이용되고 있으며 이들은 各各 固體, 氣體, 液體, 半導體 레이저라 불리운다. 또한 水素와 弗素, 水素와 鹽素 등의 氣體를 혼합하여 化學反應을 일으켜 레이저를 얻는 化學레이저, 그밖에도 여러종류의 레이저가 있다.

2. 레이저의 原理

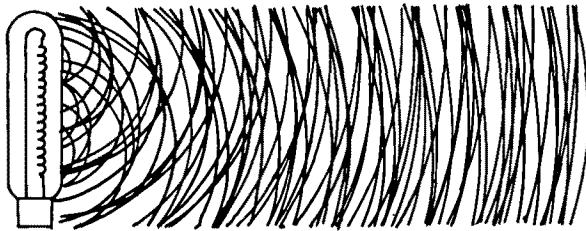
레이저 物質內的 原子는 대부분이 낮은 에너지 狀態에 머물러 있는데(그림 2의 ①), 이 물질에 제논(Xe) 閃光과 같은 강력한 빛을 外部에서 쬐어주면 많은 數의 原子들은 이 빛을 吸收하여 보다 높은 에너지 狀態로 올라가게 된다(그림 2의 ②). 높은 에너지 狀態에 머물러있는 原子는 自發的으로 一定한 波長의 빛을 放出하면서 낮은 에너지 狀態로 떨어지거나 外部의 刺戟에 의하여 誘導되어 빛을 放出(빛의 誘導放出)하면서 낮은 에너지 狀態로 떨어지기도 한다. 레이저물질의 軸方向으로 自發的으로 放出된 빛은 높은 에너지 狀態에 머물러있는 原子를 刺戟하

여 이 빛과 同一한 波長 및 位相을 갖는 또 하나의 빛을 放出시킨다. 이들 빛은 레이저 물질 내의 軸方向으로 進行하면서 높은 에너지 狀態에 있는 또 다른 原子들에 作用하여 빛을 放出시키고 어떤 것은 낮은 에너지 狀態에 있는 原子에 吸收되어 그 原子를 높은 에너지 狀態로 끌어올려 주기도 한다(그림2의㉑). 레이저 물질의 兩端에 反射鏡을 놓으면 이들 빛은 두 反射鏡 사이에서 레이저 物質內를 무수히 往復하면서 위의 過程을 되풀이하여 빛은 繼續적으로 增幅된다. 이 增幅된 빛은 두 反射鏡中 하나인 部分反射鏡을 통해 밖으로 빠져나오게 되는데 이것이 레이저 光線이다.

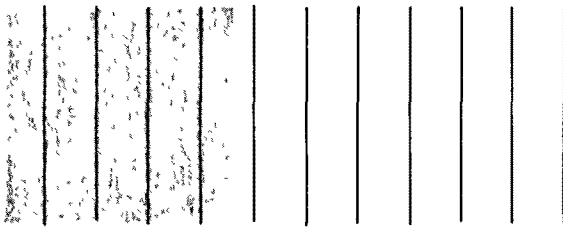
3. 레이저의 特性

레이저는 一般光線이 갖지 못하는 다음과 같은 몇 가지의 獨特한 性質을 가지고 있다.

첫째, 位相이 가지런하다 이것은 마치 軍人들의 隊列이 一定한 步調를 맞추어 한 方向으로 行進하는 것과 같다고 할 수 있다 이 성질은 흔히 干涉性이 좋다(Coherent)는 말로도 표현한



(일반광)



(레이저光)

다. (그림3)에서 보는바와 같이 램프에서 發生하는 빛은 位相이 고르지 않고 여러가지 波長이 복잡하게 混合되어 있지만 레이저光은 一定한 位相으로 규칙바르게 進行함을 볼 수 있다.

둘째, 單色性(Monochromaticity)이 좋다. 太陽光線이나 일반 램프에서 나오는 빛은 넓은 範圍에 걸쳐 波長分佈를 이루고 있다. 地球表面에 도달하는 太陽光線은 대략 紫外線인 3,100옹그스트롬(1옹그스트롬은 1cm의 1億分의1)에서부터 赤外線인 23,000옹그스트롬에 이르기까지 波長이 널리 分佈되어 있고(可視光線은 4,000~7,000 옹그스트롬 사이임), 水銀燈이 내는 波長은 대략 2,300옹그스트롬에서부터 20,000옹그스트롬에 걸쳐 분포되어 있다. 그러나 氣體 레이저의 波長幅은 10^{-7} 옹그스트롬(1cm의 1千兆分의1), 固體 레이저의 波長幅은 10^{-2} 옹그스트롬(1cm의 百億分의 1) 정도로 극히 좁다.

셋째, 指向性(Directionality)이 좋다. 보통 빛은 한 光源에서 나온 빛이 四方으로 퍼져 나가므로 平行光線을 얻기가 매우 어려운데 레이저 광선은 光束이 퍼지지 않는 高度의 指向性을 가지고 있다. 레이저 物質에서 레이저가 發生해서 밖으로 나올때 廻折效果에 의해 약간 퍼져나가는 하지만 그 퍼짐 程度가 매우 작다. 레이저 誘導武器에 사용되는 레이저 照射器에서 發生하는 레이저 光線은 10km 進行하더라도 그 直徑이 불과 3m정도 밖에 퍼지지 않는다.

넷째, 輝度(Brightness)가 매우 높다. 輝度란 單位波長 當單位立體角當 發生하는 빛의 出力을 의미하는 것으로서 즉 빛의 밝기를 말한다. 레이저는 指向성과 單色성이 뛰어나 어떤 光線보다도 比較할 수 없을 정도로 輝도가 높다. 例를 들어 出力이 극히 작은 1밀리와트의 氣體



그림 4. 携帶用레이저 距離測定器

레이저가 내는 輝度와 同一한 輝度を 物體를 加熱해서 얻으려고 할때(레이저 波長幅과 같은 10^{-7} 용그스트롬 범위에서) 그 물체는 溫度를 십 卍 1萬兆度(10^{16} °K) 정도까지 加熱시켜야 한다. 太陽表面의 溫度가 絶對溫度로 6,000度(6,000°K)라는 것을 생각할때 이것은 想像할 수도 없는 溫度로서 레이저의 輝도가 어느정도 높은가를 端의으로 말해주고 있다.

또한 高出力(High Power)을 낸다. 레이저는 극히 짧은 瞬間에 높은 尖頭出力(Peak Power)을 얻을 수 있는 技術(Qswitching)이 開發되어 있어서 이를 이용하여 射擊統制用 레이저 距離測定器에서는 손바닥만한 乾電池의 電力을 變換시켜 數百萬 와트의 出力을 낼 수 있으며 核融合에 사용되는 레이저에서는 數兆 와트(10^9 와트)까지의 出力을 순간적으로 얻을 수 있다.

4. 레이저의 軍事應用

이와 같은 레이저의 독특한 성질을 이용하여 軍事面에서 레이저가 廣範圍하게 應用되고 있다. 레이저 應用兵器에 대한 몇가지 主要 分野는 아래와 같다. 本欄에서는 이들을 간단히 紹介하고 다음 기회에 이들 각각에 대해서 자세히 記述하도록 하겠다.

가. 射擊統制用 레이저 距離測定器

現代戰의 生命은 迅速한 時間에 높은 初發 命中率을 保有하는데 있는 것으로서 이러한 目的을 만족시키는 것이 射擊統制用 레이저 距離測定器이다. 射擊統制用 在來式 距離測定器는 測定誤差가 매우 크고 또 그 誤差는 測定距離가 멀수록 比例해서 커지며 熟達하는 데에도 많은 時間이 所要된다. 그러나 레이저 距離測定器는 距離에 無關하게 測定誤差가 ± 10 m미만으로 극히 작고 目標物을 照準한후 距離測定이 단 1초 以內에 이루어 진다.

레이저 距離測定器는 百萬와트 以上의 강력한 레이저光을 목표물에 發射하여 目標物로부터 散亂되어 돌아오는 時間을 距離로 換算하여 숫자로 表示해 주는 裝備이다. 목표물로부터 散亂되어 돌아오는 레이저光의 세기가 1,000萬分の 1 와트(10^{-7} 와트) 정도로 극히 적더라도 이를 感知하여 距離를 測定할 수 있도록 設計되어 있다. 射擊統制用 레이저 距離測定器에는 前方 指揮官用的 雙眼鏡型, 方位角과 高低角도 아울러 測定할 수 있는 携帶型, 그리고 戰車 射擊統制裝置(TFCS)의 主要 役割을 하는 戰車用 레이저 距離測定器가 實用되고 있다. 新型 戰車에서는 在來式距離測定器 대신에 레이저 距離測定器를 裝

着한 “레이저 戰車 射擊統制裝置(LTFCS)”를 대부분 適用하고 있다.

나. 레이저 精密誘導武器

敵을 攻擊하는데 있어서는 大量殺傷武器를 無差別하게 사용하여 넓은 地域을 攻擊하거나 敵의 작은 要點을 選擇的으로 攻擊하게 되는데 레이저 精密誘導武器는 後者에 屬하는 武器로서 火力은 大量殺傷武器에 比較가 안되지만 작은 目標物을 攻擊하는데 있어서는 大量殺傷武器와 同等한 威力을 發揮한다.

地上이나 航空機에서 레이저 照射器로 數百萬 와트의 강력한 레이저光을 目標物에 照射하여 散亂되어 오는 反射光을 레이저 誘導武器가 追跡하여 目標物에 命中하게 된다. 1萬피트 上空에서 레이저를 照射하더라도 地上에서는 3피트 정도 밖에 퍼지지 않아 停止해 있거나 移動中에 있는 戰車나 병커와 같은 點目標物도 精確히 命中시킨다. 命中率의 尺度가 되는 圓形公算誤差(CEP: Circular Error Probability)가 既存爆彈의 경우 數百피트 以上인데 비해 레이저 誘導武器는 10~20피트 밖에 되지 않는다.

레이저 精密誘導武器로는 越南戰에 사용된 바 있는 스마트彈, 155mm 大砲에서 發射하는 CLGP(Cannon Launched Guided Projectile), 航空機 혹은 헬리콥터에서 發射하는 Maverick, Hellfire 등의 레이저 誘導미사일이 있으며, 最近인 中性子彈頭의 運搬手段으로 CLGP를 活用하기 위한 研究開發이 현재 美國에서 進行되고 있는 것으로 알려지고 있다.

다. 레이저 通信裝備

레이저 通信은 필요한 情報를 레이저 光線에 실어 보내는 것으로 既存 通信과 큰 차이를 갖게 된다. 在來의 通信에 比해 레이저 通信의 두드러진 長點은 軍通信의 生命이라고 할 수 있는 秘密通信이 保障될 뿐만 아니라 大量情報送信이 可能하게 된다. 電磁波를 通信에 이용할 때 周波數가 높으면 실어 나를 수 있는 情報量도 그만큼 많아진다. 레이저光은 그 周波數가 대략 10^{14} 헤르츠로서 極短超波의 10^9 헤르츠에 比해 10

萬倍 정도나 높아 이에 比例하는 大量情報 通信이 可能하다. 레이저 通信에는 既存 銅線 시스템 대신에 머리카락 만큼이나 가느다란 光學纖維(Optical Fiber) 內部를 통해 레이저光을 傳播시켜 通信하는 光學纖維通信과 近距離 部隊와 部隊간, 人工衛星과 人工衛星간의 大氣通信이 있다.

光學纖維通信은 傳播媒質이 不導體인 光學纖維이기 때문에 도중에서 盜聽이 不可能하며 이 가느다란 光線의 光學纖維로 數千名 以上이 同時에 通話가 可能하게 된다. 현재 艦隊와 航空機에 光學纖維 시스템이 設置 運用되고 있다.

또한 近距離의 部隊와 部隊간에 大氣中을 통해서 하는 레이저 通信方式은 點對點 通信으로서 秘密通信이 保障된다. 한편 空氣가 稀薄한 宇宙空間에서 人工衛星간의 長距離 레이저 宇宙通信도 그 可能性이 試驗을 통해 立證되고 있어 1980년대에는 實現될 展望이다.

라. 레이저 偵察裝備

敵의 情報를 얻어내는 方法中의 하나는 敵의 軍事基地나 主要 施設을 撮影하는 것이다. 흔히 사용하는 플래시(Flash)형의 寫眞裝置에서는 플래시에서 나오는 빛이 큰 角度로 퍼져나가기 때문에 매우 強力한 빛을 照射하여야 하는데 반해 레이저를 사용하면 빛이 거의 퍼지지 않기 때문에 강력한 빛을 照射하지 않더라도 高分解의 寫眞을 얻을 수가 있다. 이러한 裝備는 대개 航空機에 裝着하여 航空機의 速度와 高度에 의해서 결정되는 어느 一定한 比率로 레이저光을 飛行 經路에 橫方向으로 走査한다. 이 裝備는 레이저 走査裝置, 受信器, 記錄器, 電子裝置, 冷却裝置, 制御裝置로 되어 있어 目標物로부터 反射되어 오는 信號를 電子裝置에 의해 處理되어 寫眞을 얻게 된다. 이 技術을 擴張하여 여러가지 波長의 레이저들을 사용함으로써 目標物로부터 되돌아 오는 여러 波長의 信號特性을 컴퓨터에 의해 處理함으로써 背景에 대하여 目標物을 더욱 잘 識別할 수 있게 된다. 이러한 레이저 偵察裝備들은 實用中에 있다.

마. 레이저 破壞兵器

레이저 應用兵器中에 관심의 焦點은 超高出力의 레이저 光線을, 攻擊해 오는 敵의 大陸간 彈道誘導彈(ICBM)이나 미사일, 또는 航空機 등에 發射하여 이를 破壞시키는 레이저 破壞兵器(熱兵器)이다. 美國은 航空母艦의 防禦에도 레이저 破壞兵器를 活用하려 하고 있다. 海軍 作戰敎理에 의하면 有事時 航空母艦에 積載한 航空機는 그 3분의 2만 戰鬪에 活用되고 나머지 3분의 1은 航空母艦의 防禦를 위하여 계속 殘 하야야만 한다. 1980년에 進水 豫定인 美 航空母艦 CVN-70호에 積載할 航空機의 값은 7億4千餘萬弗(\$)로서 이중 2億餘弗에 相當하는 航空機가 航空母艦 防禦에 이용된다. 이러한 航空母艦의 防禦를 레이저 破壞兵器로 代置할 경우 積載한 航空機全部가 攻擊에 活用될 뿐만 아니라 航空母艦의 安全도 더욱 向上될 것이다.

레이저 破壞兵器는 大陸간 彈道誘導彈을 邀擊(요격)할 뿐만 아니라, 爆擊機에 탑재하여 空對空 혹은 地對空 미사일의 邀擊에 사용되어 爆擊機 任務 隨行을 원활히 하게 하고, 人工衛星에 탑재하여 願하는 對象을 選別하여 破壞시키며 심지어는 地雷발 除去에도 活用될 것이다. 이를 위하여는 레이저의 連續出力이 數+萬 와트에서부터 數百萬 와트까지 要求된다. 이러한 強力한 레이저 光線이 大氣中을 通過할 때에 大氣와의 강한 相互作用은 避할 수 없는 것으로서 이러한 相互作用을 減少 시키려고 努力하고 있으나 아직도 레이저 光線의 大氣透過에 대한 問題點에 昉착되어 있는 실정이다. 그러나 美·소 超強大國에서는 실로 可恐할 레이저 破壞兵器의 實現을 위해 막대한 豫算을 投資하면서 研究를 계속하고 있다.

바. 레이저 核融合

人類의 文明이 加速的으로 發展하여 감에 따라 에너지 消耗가 엄청나게 增加하는 실정인데 地球上에 存在하는 에너지源은 극히 制限되어 있다. 石油, 石炭등의 化學燃料는 앞으로 약 百年정도 使用 可能하고, 核分裂에 의한 것은 우라늄 235가 地球上에 극히 적게 存在하여 있기 때문에 核增殖爐 方式의 核發電으로는 3~4

百年간 에너지源으로 活用될 것이다. 이러한 制限되어 있는 에너지 問題는 太陽에너지를 이용하거나 核融合에 의해서 궁극적으로 解決될 것이다.

水素의 同位元素들은 超高温, 超高压下에서 核融合反應이 일어나며 이때 많은 量의 에너지가 放出된다. 重水素와 三重水素가 혼합된 알맹이(Pellet)에 高出力 펄스레이저를 쬐어서 溫度를 섭씨 1億度 정도로 加熱시키고 密度를 1cm³當 1,000그램 정도로 濃縮시키면 重水素와 三重水素의 核은 融合反應을 일으키게 되는데 이러한 條件을 만들어 줄 수 있는 레이저의 出力은 10萬 주울(1주울은 0.24칼로리) 이상이 되어야 한다.

從來의 水素爆彈은 重水素와 三重水素 알맹이 주위에 原子爆彈을 장치하여 原子爆彈이 爆發할 때 발생하는 高熱로 重水素와 三重水素의 核融合反應을 일으키는 原理를 이용한 것이다. 따라서 水素爆彈의 개발은 항상 原子爆彈의 개발이 先行되어야 했다. 起爆用 레이저를 개발하면 이러한 原子爆彈의 역할을 레이저가 代身해 줄 수 있게 된다. 한편 調節熱核 融合反應(Controlled Thermonuclear Reactron) 시스템을 개발, 融合反應에서 放出되는 에너지를 調節하여 電力으로 變換시키게 되면 融合反應의 原料인 重水素는 바다에서 무진장하게 얻을 수 있다. 人類은 에너지 危機에서 解放될 것이다.

레이저 核融合에 대한 연구는 美國의 로렌스 리버모어 연구소(Lawrence Livermore Laboratory), 로스 알라모스 연구소(Los Alamos Laboratory), 샌디아 연구소(Sandia Laboratory), 소聯의 레베데프 연구소(Lebedev Institute)를 중심으로 활발히 進行되고 있으며 2000년대에 이르러서야 實用가능성이 있으리라 豫想된다.

사. 레이저에 의한 同位元素 分離

레이저에 의한 同位元素 分離(LIS)는 民間이나 軍에서 모두 중요한 또 하나의 레이저 應用分野이다. 1973년에 中東에서 石油輸出禁止를 단행하자 核發電에 대한 要求가 늘기 시작하였다. 天然우라늄은 3개의 同位元素, 즉 우라늄 238이 99.285%, 우라늄 235가 0.71%, 우라늄

234가 0.005%로 구성되어 있는데 核武器와 核發電에는 우라늄235가 1%미만 함유된 우라늄으로는 그 기능을 내지 못한다. 따라서 우라늄235의 함유량을 증가시킬(濃縮) 필요성이 요구된다. 核發電의燃料로서는 우라늄235의 함유량을 2.03~2.26% 정도로 증가시켜야 하며, 核武器에 사용하기 위해서는 90%까지 濃縮시켜야 한다. 濃縮우라늄 1파운드에서 石炭 3百萬파운드 보다 더 많은 에너지를 얻을 수 있다.

현재 氣體擴散 濃縮技術을 이용한 處理工場에서 농축우라늄을 얻고 있는데 이 工場하나 建設하는데 30億弗이라는 엄청난 豫算이 所要된다. 따라서 값이 덜 비싸게 可能한 對應策으로 등장한 것이 레이저를 이용한 同位元素 分離方法이다. 이에 대한 구체적인 과정은 비밀로 되어 있지만 레이저는 우라늄 235와 우라늄 238등의 同位元素가 복합되어 있는 혼합물 속에서 어느 한 종류의 原子만을 選擇의으로 勵起시킨다. 다른 同位元素의 原子들은 혼합물에서 分離되며 高濃縮이 가능해진다.

레이저를 이용한 處理工場은 氣體擴散處理工場의 10% 豫算으로 建設이 가능하며 年間 稼動

費도 훨씬 저렴하여 美國에서는 25년간에 약 1千億弗을 節約할 수 있으리라 예측하고 있다. 현재 레이저 同位元素 分離方法으로는 濃縮우라늄을 商業的으로 사용할 만한 量만큼 生産하지는 못하고 있으나 이에 대한 연구가 계속 진행되고 있어 既存 處理 施設과 代置될 때가 到來할 것이다.

參考文獻

- 1 K E Verble, C J. Malven, "Precision Laser Target Designation—a breakthrough in guided weapons employment", International Defense Review, 2/1974, p 204-209
- 2 Newsweek, November 29, 1976
- 3 A L Schawlow, "Lasers and Light", W.H. Freeman and Company, 1969
- 4 A E Siegman, "An Introduction to Lasers and Masers", McCraw-Hill Book Co, 1971
- 5 "米國가開發した放射線強化彈頭", 國防, 11月, 1978, p 88~89
- 6 "Thermal Weaponry", DMS, 1974, p V-3~V-16
- 7 J I Crowther, Jr, "Laser Applications of the Future", The Military Engineer, March-April, 1977, p. 92~95
8. A W Crull, "Uranium: A Basic Evaluation", Energy, Spring/1978, p 16~18

軍事知識

美蘇戰力の比較

오늘날 美·소兩大國의 冷戰의 裏面에는 여러가지 形態의 軍備競爭 내지는 先制攻擊에 對한 抑制力形成 또는 報復力完備에 努力하고 있는 것을 알 수 있다.

여기서는 兩國의 廣範한 配置시스템에 對하여 比較한 結果를 紹介하고자 한다. (Electronics Warfare/Defense Electronics,4/1978에서

美·蘇戰力の比較

<ul style="list-style-type: none"> · 戰場防空 · 對戰車誘導兵器 · 헬리콥터 · 戰術航空勢力 · 空中戰 · 警戒와 偵察 · 指揮統制 및 連絡手段의 殘存性 · 情報蒐集시스템 · 데이터通信網 · 軍事衛星 · 戰鬪力의 自動制御 	<p>소련 및 바루샤바 條約機構諸國은 多樣性, 齊射能力 및 乘務員防護面에서 優勢하며, 美國은 威力과 包圍戰鬪에 있어 優位.</p> <p>美國이 優勢하나, 소련도 改善되고 있음.</p> <p>소련이 火力面에 있어서 全般的으로 若干優位</p> <p>美國이 分明히 優勢하다</p> <p>美國이 優位이나 MIG-25는 世界에서 가장 빠른 戰鬪機이다.</p> <p>美國이 壓倒的 優位</p> <p>物的 또는 妨害攻擊에 對한 C3 시스템 및 施設의 殘存性은 소련이 有利.</p> <p>美國이 優位이나, 소련은 獨自的인 海洋監視 및 標的決定能力을 保有하고 있다.</p> <p>美國이 優位</p> <p>美國은 性能에 있어 優位이나 소련의 一部衛星에 比肩할만한 것이 美國엔 없다.</p> <p>美國이 優位이나, 소련도 이 分野에 置重.</p>
--	--