



海 外 科 學 技 術

動 向



李 根 喆 (本學會 正會員)

◆ 美國에서 슈퍼컴퓨터에 관한 研究開發의 方向을 模索中

◆ 最近 20年間 遠赤外레이저의 進步
◆ Bell研究所에서는 30 fs의 光펄스 發生에 成功

◆ 美國에서 슈퍼컴퓨터에 관한 研究開發의 方向을 模索中

美國은 슈퍼컴퓨터 技術分野에서 主導的 地位를 잃어가고 있다. 즉 美國內에서 約 50台的 슈퍼컴퓨터가 設置되어 있어서 過去 20年間에는 世界最高速度의 컴퓨터 本家였으나 最近 유럽 大學들의 研究와 日本政府 主導의 研究로 劣勢에 처해 있다고 한다.

이 때문에 美國政府나 學會에서는 슈퍼컴퓨터에 관한 研究調整을 行하지 않으면 美國은 指導的 地位를 빼앗길 것이라고 말하고 있다.

한편 美國防省과 全 美科學財團의 依賴에 의해서 美國의 슈퍼컴퓨터에 관한 調查研究을 行하고 있는 뉴욕 大學의 P. Lax 委員長의 報告에 의하면 美國은 앞으로 超高性能 (VHP) 컴퓨터와 關連 소프트웨어 開發에 年間 2,500~5,000萬弗을 投資할 것이라고 하는데 이 投資額으로는 指導的 地位를 確保하는데 不充分할 것이라고 한다.

그런데 뉴욕 大學의 Alan Gottleih 教授가 리더로 되어 있는 並列處理 컴퓨터에 관한 프로젝트와 같이 3年間에 64台的 프로세서가 必要한데도 不拘하고 8台分의 豫算밖에 없어 危機에 直面하고 있는 研究도 있다. 또한 各 大學에서 超高性能 컴퓨터에 관한 研究計劃數가 45件 以上인데도 不拘하고 政府關係機關에 대해서 資金援助를 求하고 있다.

그리고 超高性能 컴퓨터에 대한 期待가 政府機關에 따라서 다르다는 것도 問題가 있는데 어떤 機關은 人工智能에의 應用을 第1로 生覺하는가 하면 다른 機關은 高速科學計算에 興味를 갖고 있다고 한다.

以上과 같은 複雜한 問題를 解決하기 위하여 약간의 中央調整이 必要한데 Lax 委員會에서는 最高速 컴퓨터의 開發에 관한 美國의 地位를 確保하기 위하여는 多少 問題가 있다고 指摘하였다.

하여간 超高性能 컴퓨터의 開發을 컴퓨터 科學政策 會議下에서 一體化되어야 한다는 提案도 있으나 레이건 大統領이 어떤 判斷을 내리는지는 不明하다고 한다.

◆ 最近 20年間 遠赤外레이저의 進步

20年前에는 普通 遠赤外 (FIR) 라고 하는 20~1,000 μm 의 스펙트럼 領域이 強光源도 아니고 感度도 좋은 檢出器가 아니었다. 最近 FIR 레이저는 英國의 L. E. S. Mathias氏에 의한 直接放電 펄스動作의 蒸氣 레이저라고 한다.

그 후 物理的 諸 過程의 理解와 레이저開發의 努力 結果 光펌프 FIR 레이저 (OPL)가 出現하였다. 2個의 基本形인 直接放電 分子레이저 (DDML)와 OPL 및 CO₂나 CO의 中赤外 分子가스레이저도 고려한다면 近赤外로부터 밀리波間에 數十本の 發振線을 얻었다고 한다.

FIR은 플라즈마 診斷, 分子와 固體의 分光과 電波 天文學등에 널리 使用되고 있으나 振幅, 周波數의 安定化, 發振線의 可同調와 케비티設計에 있어서 複雜한 技術의 進步가 要求되고 있다. FIR 레이저의 動作特徵을 概觀하고 그 固有의 問題點이나 制限을 論하여 보면 다음과 같다.

直接放電 分子레이저 (DDML)은 코히런트 FIR 放射의 가장 強力한 소오스이나 有用한 出力이 얻어지는

線數와 氣體媒質의 種類는 比較的 적다. H_2O 와 D_2O 의 蒸氣가 가장 實用的인 氣體로서 CW動作에는 H_2O 의 $28\mu m$ 와 $118\mu m$ 의 2本이 使用되고 있다. 가장 興味있는 것은 HCN과 DCN으로서 이들의 主要線은 $337\mu m$ 과 $311\mu m$ 의 2本 및 $200\mu m$ 近方의 4本으로서 이들의 레이저는 窒素, 헬륨, 메탄 또는 重水素 메탄의 混合氣體를 흘려서 動作시키는데 全体의 시안 化合物放電의 主缺點은 管壁에 重合體가 附着하여 出力을 低下시킨다는 것이다. 이에 대한 對策으로서 管壁을 高溫으로 維持하는가 周期的으로 水蒸氣放電을 行하여 크린업하는 方法을 取하고 있으나 어느 것이나 上記의 缺點은 시안레이저 應用에 障害가 되고 있다는 것이다. 그런데 $6m$ 길이의 HCN레이저는 $337\mu m$ 로서 $600mW$ 以上の 出力을 얻고 있다.

한편 直接放電 分子레이저에는 $5KV$, $2A$ 정도의 直流電源이 必要하고 最近 電流安定化 電源은 어느 것이나 高電力 廣帶域 歸還 루우프를 갖고 있는데 出力을 샘플하고 케비티 周波數와 電流를 制御하는 歸還루우프를 附加한 結果 安定도가 改善되었고 短期間의 周波數 安定도가 約 $10KHz$ 였다고 한다. 또한 펄스動作의 電力供給에는 $10\sim 20KV$ 로서 $100J$ 의 에너지를 貯藏하는 콘덴서가 適當하다고 한다.

OPL에 의한 基本的인 限界는 注入된 CO_2 勵起放射가 分子가스中을 통과할 때 吸收係數가 적다는 物理機構에 根據를 두고 있는데 例를 들면 메틸알콜 氣體中에 $9P36CO_2$ 비임을 $118\mu m$ 放射로 變換하는 경우 勵起電力의 10% 까지는 50% 가 吸收된다면 必要한 케비티 길이는 $1m$ 또는 $6m$ 가 된다. 따라서 OPL에는 多重 펄스法을 使用해도 $1\sim 3m$ 의 케비티 길이가 必要하다. OPL은 2個의 케비티를 가짐으로서 制御 시스템은 DDML보다 한층 複雜하게 된다. 가장 重要한 機能은 勵起線 中心을 吸收線으로부터 充分한 周波數 間隙으로 옮겨하는 것으로서 OPL 시스템은 메틸알콜이 많은 線에서 動作하는 것이 많으며 效率이 良好한 分子는 1 바이트 以上の 큰 永久 雙極子와 純粹한 回轉遷移를 가져야 하는데 現在 CH_2F_2 는 이 條件을 滿足하고 있다.

그런데 遠赤外 出力은 $184.6\mu m$ 로서 $80mW$ 이고 光 펄스 遠赤外레이저의 出力은 遠赤外 範圍에서는 $2.3\mu W\sim 100mW$ 이나 펄스動作에서는 피크 파워 $1MW$ 로서 動作하고 있다. 또한 遠赤外 스펙트럼 領域은 8 옥타브에 걸쳐 있으므로 檢出에는 各種 센서가 必要하다고 한다. 그리고 파이로 에렉트릭, Ge, Si 도우프,

高純度 InSb, Ge, Ga 포토컨덕터, 高純度 에피택셜 GaAs, 點接觸 다이오드와 포토리소그라프 디바이스 등이 檢出器로서 使用되고 있다고 한다.

◆ Bell研究所에서는 30fs의 光펄스 發生에 成功

連續펄스 모드 同期 色素레이저의 開發로서 서부 PS光펄스가 最初로 試作된 것은 1974年으로서 그 후 短光펄스를 發生시키는데 成功하였으며 81년에 이르러 美國의 Bell研究所 그룹이 $30fs$ (3×10^{-14} 秒)의 光펄스 發生에 成功하였다. $30fs$ 라는 것은 6200\AA 의 赤色光이 14回 振動하는데 相當한 것이다.

한편 Bell研究所 그룹의 임무는 IBM 그룹이 開發한 單一 모드 파이버에 의한 PS 펄스 壓縮技術과 Bell研究所에서 開發한 衝突펄스, 링色素레이저를 利用하는데 있었다고 한다.

IBM 그룹이 開發한 펄스壓縮 技術은 30年 以前의 레이더技術에서 찾아볼 수 있다. 처프(chirp)된 즉 直線的으로 周波數 掃引된 信號를 分散 形遲延線으로 傳送함으로써 펄스의 高周波 部分이 低周波 部分에 追尾되어 펄스壓縮이 行하여 진다. 光인 경우에는 電氣的으로 처프할 수 없어 이 代身 2 黃化炭素와 같은 光學的인 非線形 液体의 使用를 考慮하였으나 이들 液体는 自己集束 效果등 不利한 點등이 있으므로 IBM 그룹은 이 代身 單一 모드 光파이버를 利用하였다. 이들은 單一 모드 光파이버에 의해서 처프光 펄스를 使用하였으며 이것을 分散形 回折格子로서 壓縮하여 $450fs$ 의 光펄스 發生에 成功하였다.

그런데 可飽和 吸收體를 利用한 受動모우드 同期色素레이저는 可飽和 吸收體의 非線形때문에 效果的인 펄스壓縮이 된다는 것이 잘 알려져 있으나 Bell研究所의 그룹은 링레이저를 使用하여 2個의 對向펄스를 可飽和吸收體의 内部에서 코히런트하게 衝突시키고 數十fs의 光펄스를 發生시키는데 成功하였다고 한다.

그리고 衝突펄스 링레이저에서 $90fs$ 의 光펄스를 길이 $15cm$ 의 偏波保存 單一 모드 파이버에 入射시키고 3倍로 스펙트럼幅을 넓힌 후 1對의 平行 回折格子로서 壓縮을 行하여 $30fs$ 의 光펄스를 얻었다. Bell研究所의 그룹은 2段의 光파이버 壓縮을 利用해서 $5fs$ 까지 얻을 수 있다고 하였으며 Bell研究所 以外에도 Rochester大學이나 Cornell大學에서 類似한 技術로서 數十fs의 光펄스를 만들었는데 이들의 超短波펄스는 物質中의 超高速過程 研究에 有用하다고 한다.*