기술정보

光컴퓨터 硏究의 現狀과 課題

李 根 喆
제일전산직업전문학교장

머리말

디지털방식의 컴퓨터가 탄생한지 46년이란 세월이 흘렀다. 현재 우리들이 사용하고 있는 컴퓨터는 디지털方式으로 정보를 처리하고, 프로그램을 기계의 기억장치내에 저장한 후 이것을 電子的 순서적으로 驅動하는 특징을 갖고 있다.

Von Neumann씨가 이러한 방식을 제안한 이래 오늘에 이르기까지 컴퓨터構成方式의 기본에는 큰 변화가 없다. 그러나 이러한 능력은 비약적으로 발전하여 우리들의 생활에 불가결한 것이 되고 있다.

컴퓨터기술의 발전에 따라서 응용범위도 확대되고 처리해야 할 데이터도 폭발적으로 증가함으로써 컴퓨터의 능력향상이 크게 요망되고 있다.

특히 畫像이나 音聲處理 등의 패턴정보, 자동번역이나 전문가 시스템 등의 知識情報處理, 科學技術計算 등의 분야에 있어서 大容量 高速컴퓨터(슈퍼 컴퓨터)에 대한 기대는 매우 크다.

현재까지 컴퓨터의 발전을 하드웨어面에서 지탱해온 것은 반도체VLSI를 중심으로 한 마이크로엘렉트로닉스 기술에 의한 微細化, 集積化 技術로서 이러한 경향은 당분간 계속될 것이다.

이러한 기술에 힘입어 새로운 고속처리구조, 병렬처리구조, 계층구조아키텍처, 패턴인식이나 連想에 적합한 새로운 아키텍처나 알고리즘이 점차 연구개발의 대상이 되고 있다.

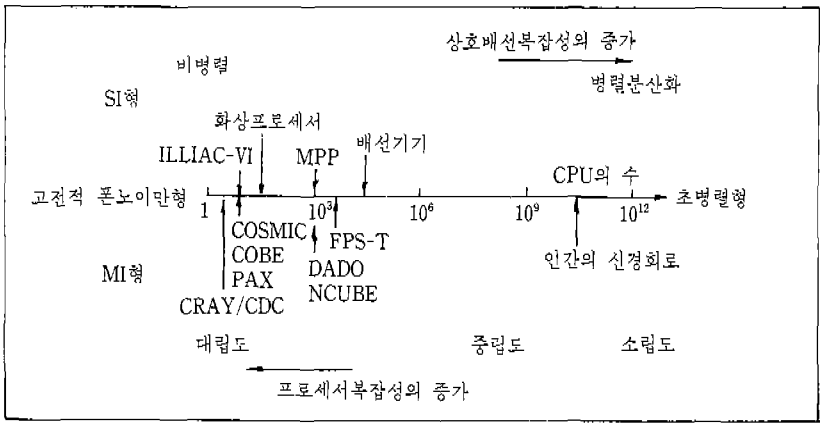
이와 같은 배경화에서 전혀 서로 다른 視點으로부터 하드웨어와 소프트웨어의 양면에 걸친 情報處理를 재검토함으로써 새로운 개념에 의한 컴퓨터기술의 필요성이 대두하게 되었다. 즉 바이오컴퓨터, 뉴론컴퓨터와 더불어 光컴퓨터에 대한 관심이 높아지고 있다.

다시 말해서 電子代身 光을 정보의 매체로 이용함으로써 정보처리의 병렬성, 정보전달의 고속성, 電磁노이즈의 無誘導性 등의 우수한 利點을 얻을 수 있다.

특히 光學系의 結像, 回析, 散亂特性을 이용하면 2차원 병렬식으로 각 디바이스간의 結線(인터커넥션)이 쉽고 더욱이 2차원 병렬적 結線의 轉換도 가능하다. 이러한 장점을 살린것으로서 디바이스와 아키텍처가 이미 검토되어 왔다.

그림 1은 Hutcheson씨의 분류에 의하여 정보처리시스템의 並列度와 要素프로세서의 複雜度(粒度) 및 각 프로세서간의 접속과 通信의 복잡성을 정리한 것이다.

가로축에 요소프로세서의 數를 취하고 현재 개발되어 있는 컴퓨터를 분류하였다.



〈그림 1〉 정보처리시스템의 병렬도와 요소프로세서의 복잡도(입도)

또한 축의 위쪽에 單一 制御(Single Instruction)방식을 그리고 축의 아래쪽에 獨立制御(Multiple Instruction)방식의 것을 나타내었다.

그림1에서 알 수 있듯이 並列度의 向上이 달성된다면 반드시 복합한 구조를 갖는 프로세서(大粒度의 프로세서)를 개발할 필요는 없다.

그러나 각 프로세서간의 접속은 고도로 복잡하게 됨을 알 수 있으며 또한 인간의 두뇌를 시뮬레이션할 목적으로 병렬처리시스템을 개발할 경우 獨立制御方式이 적합하다는 것이다. 후에 설명하겠지만 光演算디바이스의 능력과 복잡성은 현재로서는 높지 않다. 그러나 並列演算能力과 相互接續에 대한 잠재적인 능력은 매우 높다.

이러한 點은 그림1에서 알 수 있듯이 光컴퓨터의 이미지가 浮上되고 있다. 즉 개개의 프로세서의 능력은 낮은 粒度를 작은 것과 함께 多數配置하고 복잡한 광의 상호접속으로서 대규모인 정보처리시스템을 구축하고 있다.

그래서 바이오컴퓨터나 뉴론컴퓨터 및 광컴퓨터와의 接點도 당연히 이러한 맥락선상에 있게 된다. 神經回路網의 우수한 연산능력은 개개의 뉴런(신경단위세포)에 의할 뿐만 아니라 뉴런간의 복잡한 結線에 있다. 이외에 대규모 병렬정보처리시스템의 본질의 하나는 상호접속의 복잡성에 있다고 해도 과언이 아니다.

.한편 막대한 數의 프로세서간의 통신을 어떻게 가능하게 하며 또한 어떻게 능률을 향상시킬까 하는 것이 대규모 병렬시스템에 대한 개발의 열쇠가 되고 있다. 이러한 배경하에서 병렬광디바이스나 고속광스위칭디바이스, 광배선 및 광에 의한 大規模 並列演算法의 연구개발 등이 활발히 추진되고 있다.

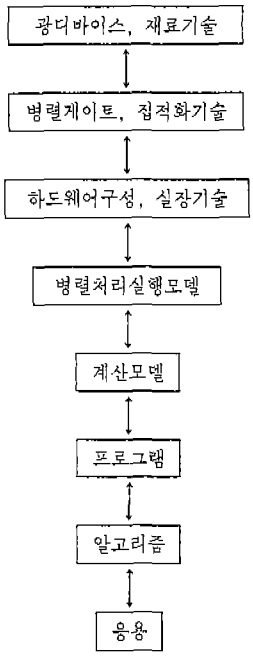
본고에서는 並列光디바이스와 이것을 상호접속하는 光인터커넥션기술 및 개발단계에 있는 광컴퓨터에 대하여 기술하고자 한다.

1. 綜合技術로서의 光컴퓨터

일반 並列컴퓨터와 똑같이 光컴퓨터의 구조에 관한 연구개발도 2가지 축면에서 접근하고 있다. 하나는 특정 응용을 想定한 전용컴퓨터와 汎用컴퓨터에 대한 연구이다.

전용컴퓨터에는 해결해야 할 문제가 명확하므로 본래 문제점이 있는 병렬구조를 정리할 필요없이 구조를 설계할 수 있다.

그러나 범용컴퓨터인 경우에는 상황이 달라 각 문제마다 어디까지 並列性을 추구해야 하며 문제의 어느 부분을 어떠한 병렬알고리즘이나 구조로



〈그림 2〉 光컴퓨터기술의 계층구조와 관련기술

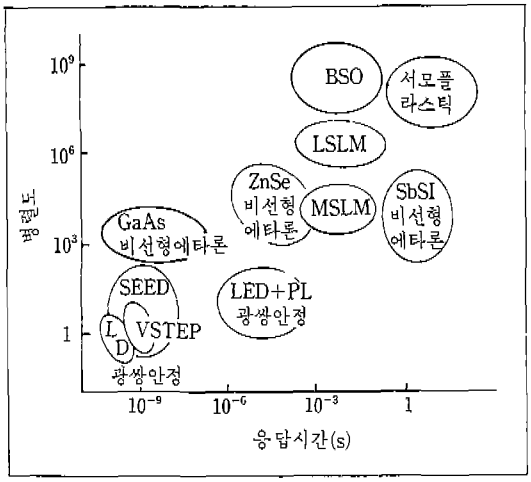
해야 하는가를 결정하지 않으면 안된다.

어느 것이나 專用 汎用을 불문하고 光컴퓨터라고 하는 정보처리시스템을 구축하기 위해서는 모든 레벨에서 並列性을 고려하여야 한다.

그림 2는 재료개발의 수준에서 응용수준에 이르는 光컴퓨터기술의 階層構造를 나타낸 것이다. 각 수준에 있어서 병렬성의 내용도 표시하였으며 이미 설명한 바와 같이 並列處理라고 하더라도 각 수준의 병렬성을 전부 고려할 필요가 있다는 데 주의할 필요가 있다.

2. 光컴퓨터용 디바이스技術

먼저 디바이스레벨에 있어서 병렬성을 생각해 본다. 이 레벨에서는 2차원 병렬데이터의 一時記憶, 並列스위칭 및 並列論理演算 등을 實行하는 光디바이스를 대상으로 한다. 대표적인 디바이스로서는 液晶을 이용한 空間光變調器를 들 수 있



〈그림 3〉 소자의 병렬도(解像點數)와 응답시간 (써넣기, 소거시간)

으나 최근에는 光半導體 디바이스기술에 의하여 光双安定素子도 사용하게 되었다.

이 素子는 광변환기술을 주목적으로 하여 개발된 것이나 광스위칭디바이스 또는 메모리디바이스로서 이용이 검토되고 있다. 光双安定디바이스도 2차원 어레이化가 검토되고 있으며 현재 광컴퓨터용의 디바이스로서 유망시되고 있다. 앞으로 광반도체디바이스의 집적화기술의 발전에 따라서 광쌍안정디바이스의 병렬화는 비약적인 향상이 기대되고 있다.

그림 3은 지금까지 설명한 素子의 並列度(解像點數)와 應答時間(써넣기, 消去시간)을 하나의 도표로 나타낸 것으로서 양자간에는 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있다. 다음에는 각 디바이스의 병렬화, 집적화 및 재료에 대하여 기술한다.

2.1 空間光變調器

2차원 신호를 입력하여 기억, 읽어내기 및 지워버릴 수 있는 디바이스를 空間光變調器(Spatial Light Modulator : SLM)라고 한다.

〈표 1〉 光어드레스방식 공간광변조기

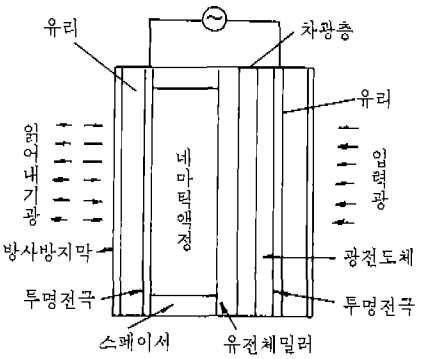
명 칭	광변조재료 /원 리	광검출재료	해 상 도 lp/mm (50%MTF)	감 도 μ/cm^2	응답시간 써넣기, 소 거	축적시간	대 비	비 고
PROM	BSO	BSO	15	5	5ms, 1ms	1hr	1000/1	λ_W : 청색광, λ_R : 적색광
PRIZ	BSO	BSO	20	5	30frame/s	1hr		동 상
LCLV	트위스틱네마틱 액정	CdS	30	2	10ms, 30ms	10ms	50/1	직류전압 인가
	동 상	Si	12	1	5ms, 20ms	동 상	100/1	
	동 상	BSO	10	20	15ms, 15ms	동 상	20/1	직류전압 인가
VGM	네마틱액정	ZnS	5	15	1s, 1s	10s		λ_W<450nm λ_R>550nm
MSLM	$LiNbO_3$	光電面+MCP	10	5×10^{-3}	20ms, 50ms	days	1000/1	연산기능 전처리기능
BSO	포토리플랙티브	BSO	10	80	30ms, 10ms	hours		λ_W : 청색광 λ_R : 청색광
FERPIC	PLZT	PVK	40(10%)	10×10^3	1s, 1s	hours	25/1	
CERAMPIC	PLZT	ZnCdS	20		1ms, 10ms	hours	100/1	
PEMLM	막진동	광전면+MCP	30	5×10^{-4}	0.5ms, 0.5ms	days		연산기능
OTO-DMD	막진동	포토트랜지스터	128×128	2	25s, 40s	200ms	30/1	λ_W=520nm λ_R=820nm
서모플라스틱		PVK	1000	10	5s, 5s	years	100/1	수명이 짧다

공간광변조기에는 光畫像信號를 入力으로 하는 광어드레스방식과 時系列 電氣信號를 입력으로 하는 電氣어드레스방식이 있다. 여기서는 光信號를 직접 입력할 수 있는 光어드레스방식에 대하여 설명한다.

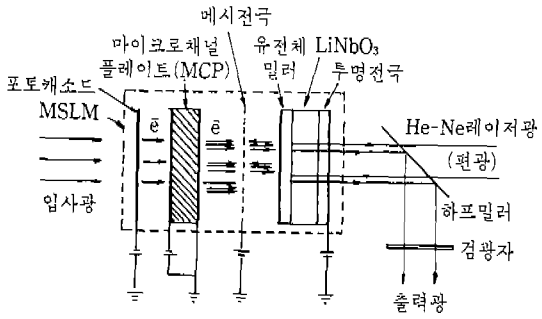
표 1 과 같이 光어드레스방식의 空間光變調器에는 여러 가지 형태가 있으나 가장 널리 사용되고 있는 液晶空間光變調器에 대하여 생각해 본다.

액정공간광변조기의 구성은 광신호를 변조하는 液晶層과 써넣기光에너지를 액정으로 전달하는 층으로 구성되어 있다. 그림 4 는 액정공간광변조기의 구성예로서 디바이스의 受光部는 光傳導體 cds로 되어 있다.

광전도체에 入力畫像을 投射하면 빛이 닿는 부분은 光導電體의 임피던스가 저하되며 빛이 조사되지 않는 부분에 비하여 높은 전압이 印加된다



〈그림 4〉 액정공간 광변조기



〈그림 5〉 마이크로채널 공간광변조기

이를 위하여 入力畫像의 强度分布에 따라서 전압을 액정에 인가하고 액정(네마틱형)의 하이브리드電界效果로서 읽어낸 광은 偏光狀態가 변화되어 檢光子로서 검출하게 된다.

읽어낸 광은 誘電體거울로서 반사되며 해상도는 30本/mm 정도, 30ms 정도의 응답속도가 시판되고 있으며 並列度는 5×10^5 정도이다.

液晶 대신 포토리폴렉티브結晶 $Bi_{12}SiO_{20}$(BSO)을 사용한 空間光變調器(PROM, Pockels Readout Optical Modulator)도 있는데 이것은 光導傳性과 전기광택효과를 갖추고 있으므로 특별한 受光部를 설치할 필요가 없다. 해상도는 15本/mm 정도이고 並列度는 10^5 정도이다.

이외에 그림 5와 같이 光電面, 마이크로채널플레이트 및 電氣光學結晶으로 구성되어 있는 MSLM(Microchannel Plate SLM)이 있다. 마이크로채널플레이트(MCP)와 결정 사이에는 結晶表面電荷를 제어하기 위하여 메시전극이 부착되어 있다.

한편 光電面에 入力畫像이 照射되면 光電子가 발생하고 MCP에서는 수천倍 내지 1만倍에 이르도록 증폭되어 결정표면에 電荷패턴을 형성하게 된다.

결정에는 이와 같은 전하패턴에 따라서 전계패턴이 인가되며 전기광학효과에 의해서 읽어낸 광의 偏光狀態를 변화시켜 檢光子로서 이것을 검출한다. 응답속도는 30ms, 병렬도 10^4 정도이다.

2.2 空間光變調素子의 材料

공간광변조소자는 입력화상의 강도분포를 병렬적으로 검출하는 受光機能과 이것을 屈析率分布와 偏光狀態의 分布 또는 투과율분포로 변환하는 변환기능이 필요하다. 光導電性 結晶과 같이 2가지 기능을 갖춘 것도 있으나 일반적으로는 수광기능과 변환기능을 구비한 個別材料를 개척할 필요가 있다.

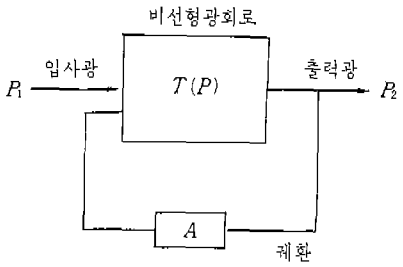
受光材料의 후보로서는 cds, ZnSe, a-Si 등의 光導電材料, BSO, BGO, TBO 등의 포토리폴렉티브결정, III-V族 또는 II-VI族의 化合物半導體 등이 있다. 보통의 광검출기와 똑같이 높은 검출감도, 고해상도, 고속응답성이 요구되는 이외에 병렬디바이스로서 素子特性이 높은 공간적 균일성이 요구된다.

變換機能을 갖는 材料의 후보로서는 液晶이나 電氣光學結晶을 들 수 있다. 액정을 이용한 공간광변조기에는 트위스틱·네마틱액정이 사용되나 이것은 응답시간이 느리고 더욱이 色對比가 낮다는 결점이 있다.

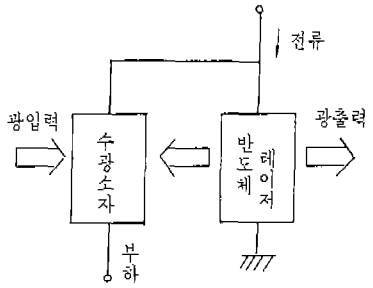
이러한 결점을 극복하기 위하여 응답속도가 높은(수US) 强誘電性液晶을 이용한 空間光變調器가 개발되고 있다. 電氣光學結晶으로서는 $LiNbO_3$나 BSO가 종종 사용되고 있으나 有機 非線形 光學結晶도 유망시되고 있다.

2.3 光双安定디바이스

하나의 입력광강도에 대해서 출력강도가 2개의 安定狀態를 갖는 現象을 光双安定이라고 말한다. 그림 6과 같이 광쌍안정은 비선형 소자와 피드백 檢構를 組合함으로써 실현할 수 있다.



〈그림 6〉 쌍안정반도체 레이저의 기본구성



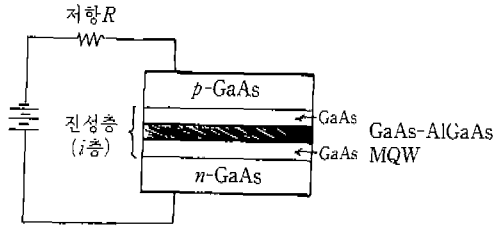
〈그림 7〉 쌍안정 반도체레이저

双安定半導體레이저(BILD : Bistable Laser Diode)는 그림 7과 같이 레이저다이오드와 光檢出器를 직렬로 배치하고 레이저다이오드출력의 일부를 광검출기에 입력하는 구조로 되어 있다. 레이저다이오드의 臨界値 發振特性과 光檢出器의 포화특성을 이용하고 아울러 광검출기의 출력을 레이저다이오드의 注入電流로 피드백하고 있다.

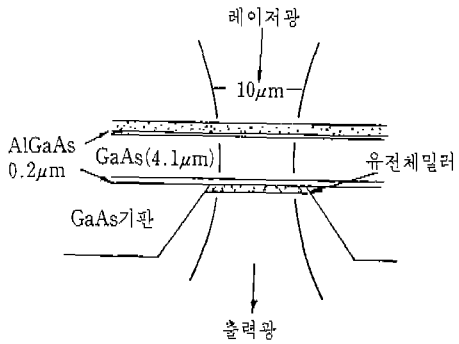
이외에 광쌍안정 디바이스로는 여러 가지가 제안되고 있으나 크게 나누면 (a) 피드백 루프로서 전기회로를 사용하고 있는 하이브리드형, (b) 光非線形媒質과 光共振器로 구성된 純光學形, (c) 과포화흡수체를 소자내부에 내장한 레이저다이오드와 같은 모노리딕형으로 크게 나눌 수 있다. 쌍안정레이저 다이오드는 (a)와 같은 형태이며 LED.HTP(Heterojunction Phototransistor)나 VSTEP(Vertical to Surface Transition Electro-Photonic Device)와 같은 쌍안정 레이저 다이오드의 집적형태로 생각되는 소자도 개발되고 있으므로 이상과 같은 구별이 곤란한 경우도 있다.

그림 8과 같은 SEED (Self-Electrooptic Effect Device)는 pin포토다이오드형의 구조로 되어 있는 광쌍안경 디바이스이다. 眞性層(i層)에서 흡수된 광이 전류로서 검출된다. i층의 일부는 GaAs와 AlGaAs의 多重量子우물구조(MQW : Multiple Quantum Well)를 취하고 있으며 외부전계에 의하여 勵起子準位가 변화하고 아울러 광흡수스펙트럴이 변화한다.

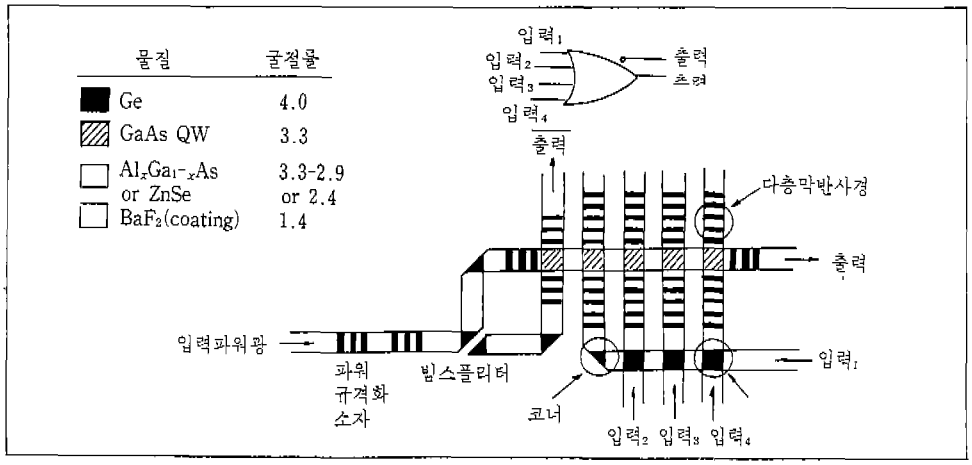
그림 9는 GaAs 비선형 에탈론(etalon)의 구성을 나타내는 純光學形인 (b)의 한가지 예이다. GaAs 勵起子吸收의 포화에 의한 비선형 굴절효과와 反射膜에 의한 피드백을 이용해서 双安定現象을 발생시킨다. 현재 40ns 정도의 스위칭속도를 얻고 있으며 GaAs을 GaAs와 AlGaAs의 多



〈그림 8〉 SEED의 구성



〈그림 9〉 GaAs비선형 에탈론의 구성



〈그림 10〉 QWEST디바이스의 구성

重量子우물구조로 함으로써 상온동작이 가능하다는 보고가 있다. 또한 100×100 정도의 2차원 배열化素子와 그리고 勵起子 吸收 이외의 현상을 이용한 비선형 에탈론도 보고되어 있다.

예로서 그림 10과 같이 GaAs와 AlGaAs의 量子우물의 하나인 밴드내부에서 量子化準位間 光學遷移(QWEST : Quantum Well Envelope State Transition)을 이용한 QWEST디바이스를 들 수 있다.

2.4 光双安定用 材料

光双安定의 現象은 각종 物理現象에 기초를 둔 것으로서 매우 다양한 재료가 있다. 앞에서 설명한 化合物半導體와 MQW(Multiple Quantum Well)구조에 의한 비선형 광학재료는 제작기술의 급속한 발전과 집적화의 가능성 양면에서 볼 때 매우 흥미있는 재료이다.

보통 結晶內의 電子는 3차원적으로 운동할 수 있는 반면에 量子우물구조재료에서는 전자의 운동이 2차원적으로 제한되기 때문에 특이한 기능이 기대되며, 비선형 에탈론의 상온동작이나 SEED(Self-Electrooptic Effect Device)의 勵起子 電界效果 등을 들 수 있다.

한편 素子의 高速化를 실현하기 위한 한가지 방법으로서 밴드내의 光學遷移의 이용을 생각할 수 있다. 보통 반도체광디바이스에서는 자유케리어의 밴드간 천이를 이용하므로 時定數는 나노秒 정도이며 量子우물의 밴드내 量子化準位間의 遷移를 이용하는 QWEST에서는 피코秒의 동작이 기대되고 있다.

2.5 기타 디바이스

光非線形 效果에서 縮退4波混合을 이용한 位相共役의 현상을 이용하면 병렬논리연산, 연상기억 또는 시간영역에서의 메모리동작이 가능하다. 이 외에 光連想메모리의 臨界値機能을 갖춘 피드백용 反射鏡으로서의 이용법도 보고되었다.

그리고 受光디바이스의 병렬화는 CCD(Charge Coupled Device)포토다이오드어레이 등으로 실용화되어 있으나 이것에 비하여 發光素子의 2차원어레이化는 지연되고 있다. 디스플레이장치로서 현재 LED의 어레이化가 진전되고 있으며 發光效率, 可干涉性 등의 면에서 반도체레이저의 어레이化가 기대되고 있다.

3. 實裝技術과 光相互接續

3.1 集積化와 實裝

光素子의 집적화 및 이것을 2차원, 3차원공간에 배치하고 상호연결하기 위한 광컴퓨터의 실장기술이 QWEST素子의 집적화프로세서의 제안 등으로 實証되고 있다.

광디바이스의 집적화에 대한 예로서 그림 11과 같은 QWEST집적화를 들 수 있다. 먼저 3.3mm 평방의 면적에 QWEST에 의한 NOR게이트를 1100과 그레이딩合波器를 300집적화한 칩을 제작하고 있다.

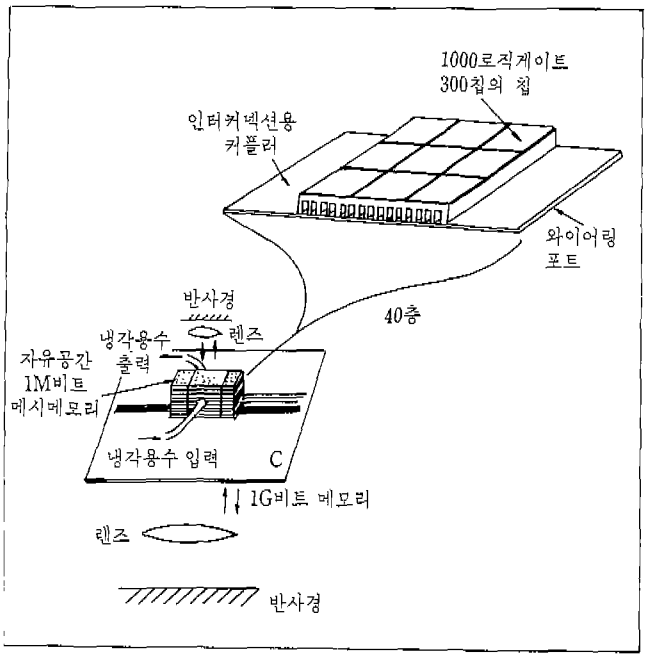
광디바이스를 집적화하기 위해서는 광이 갖고 있는 無誘導性이라는 특징이 不利할지도 모른다. 이것을 다른 관점에서 보면 電子로서 電子를 제어하는 것보다도 光相互 또는 電子로서 光信號를 제어하는 것이 어렵다는 의미가 된다. 광디바이스를 集積化할 경우에는 이상과 같은 점에 주의해야 할 것이다.

3.2 光相互接續

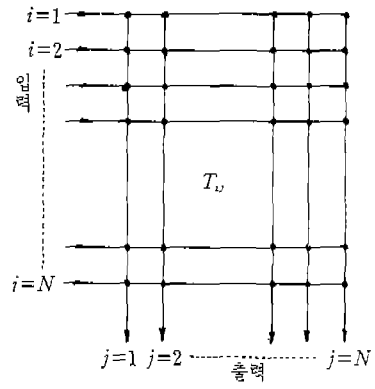
演算素子間 및 메모리間의 結線을 광으로 행하는 光의 相互接續은 電氣的인 결선에는 없는 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

첫째로, 信號線間의 상호간섭이 거의 없고 素子가 平面일 필요가 없으며 둘째로, 병렬결선을 할 수 있고 셋째로 프로그램가능한 배선이 용이하다는 것이다.

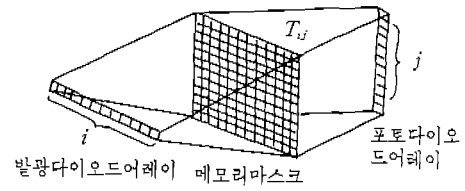
구체적인 光의 상호접속방법으로서는 광섬유



〈그림 11〉 QWEST의 집적화

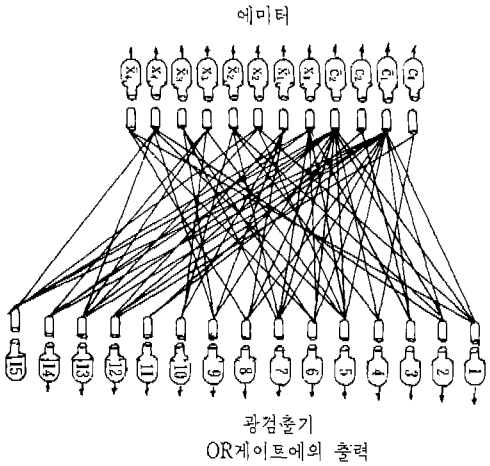


(a) N채널입력 N채널출력의 크로스바스위치



(b) 아나몰픽 광학계에 의한 구성

〈그림 12〉 자유공간 광상호접속



〈그림 13〉 광섬유에 의한 12입력 15출력의 光相互接續

등을 이용한 導波路形과 自由空間傳播形이 있다. 後者의 예로서 홀로그램을 이용한 상호접속이 알려져 있으며 그림 12는 간단한 자유공간전파형의 光크로스바 스위치의 예를 나타낸 것이다.

그림 12(a)는 일반적인 N채널 입력으로서 N채널출력의 크로스바스위치의 개념을 나타낸 것이다. 광섬유나 光導波路에 의해서 이와 같은 크로스바스위치를 만들 수 있으나 (b)와 같은 아나몰픽(圓柱)光學系에 의한 自由空間光相互接續에서는 대규모의 구성을 쉽게 할 수 있다.

한편 그림 13은 광프로그래머블 로직을 실현하기 위하여 광섬유로서 12입력 15출력의 광상호접속을 이용한 예를 나타낸 것으로서 이것을 토대로 하여 10MHz의 클록으로서 10MIPS(Mega Instruction per Second)의 병렬 CPU를 試作하였다.

光相互接續은 병렬디지털방식의 光컴퓨터에 이용될 수 있을 뿐만 아니라 최근에는 VLSI칩내의 배선에 이용되고 있다. 칩내의 素子間 配線에 광의 상호접속을 사용하면 입체적인 直接배선을 할 수 있고 더욱이 配線數와 配線長도 절약할 수 있다.

4. 並列演算과 알고리즘

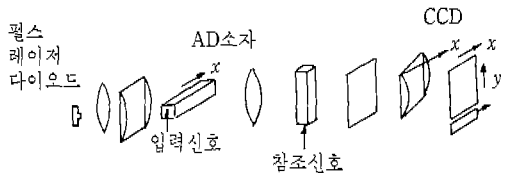
병렬의 광연산은 비교적 오래전부터 연구되어 왔으며 아날로그방식 중에서 어떤 것은 專用프로세서로서 實用化되어 있는 것도 있다. 여기서는 비교적 병렬도가 높거나 또는 높은 병렬도가 가능한 방식을 소개한다.

4.1 아날로그 並列演算

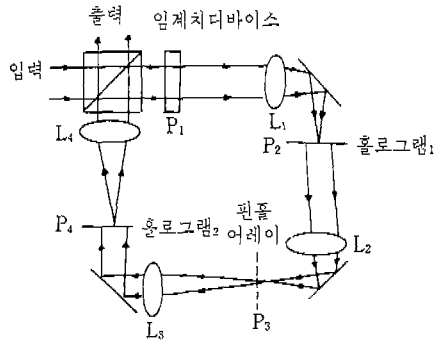
2차원 또는 3차원의 아날로그畫像 데이터를 병렬로 처리하는 방식이다. 연산의 기본은 干涉性의 照明下에서 렌즈의 프리에변환작용과 이것을 조합한 相關演算과 空間周波數필터링에 있다. 프리에(Fourier)變換機能뿐만 아니라 畫像間의 가감승제, 미분적분, 논리연산 등의 기본연산이나 각종 필터링은 병렬아날로그방식으로 실행되고 있다.

대부분의 응용에서는 아날로그병렬연산을 光導波路로서 행하기 위하여 집적화를 연구하고 있다. 그림 14는 실용되고 있는 合成開口레이더(SAR : Synthetic Aperture Radar)의 신호처리장치이다. SAR로부터의 신호를 光變調器와 빔走査器로서 공간광변조에 2차원적으로 써넣고 이것을 특수한 렌즈系로 처리함으로써 實時間處理가 가능하다. 이외에 光集積化함으로써 SAR탑재장치 중에서 신호해석을 할 수 있다.

그림 15는 光連想메모리 중에서 홀로그래픽한 관련기술을 이용한 광학계를 나타낸다. 여기서



〈그림 14〉 합성개구레이다의 신호처리장치



〈그림 15〉 홀로그래픽 상관기술을 이용한 광연상메모리

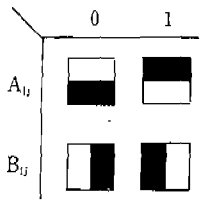
복수의 기억패턴에 관한 프리에변환을 2개의 홀로그램(입체 이미지를 표시하기 위한 素子)에 기록하고 P_2와 P_4면에 배치한다. 중심이 되는 패턴을 입력시키면 프리에變換이 P_2면에서 선별되고 홀로그램에 기록되어 있는 여러 개의 패턴과의 상관이 계산된다. 이것이 P_3면에서 선별되어 핀홀어레이로 相關디크情報만이 抽出된다. 이것을 光源으로서 P_4면의 홀로그램이 P_1면에서 재생된다.

여기서 臨界値 處理디바이스에 있는 가장 강도가 높은 패턴이 선택되는데 이것을 몇회 반복함으로써 올바른 連想패턴만이 出力하게 된다.

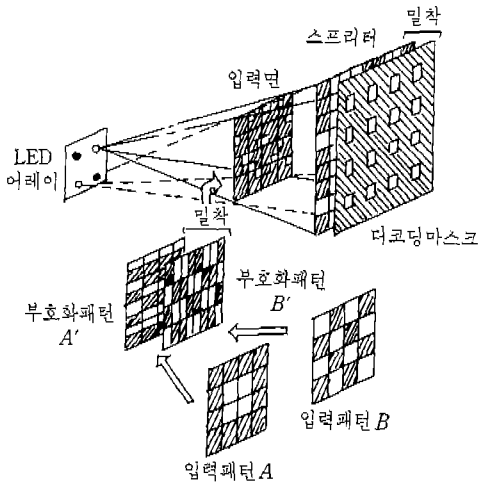
4.2 並列論理 게이트어레이

2차원 입력데이터를 적당히 코드화하면 병렬적으로 論理演算을 실행할 수 있다. 2개의 入力畵像이 2進인 경우 각 標本點을 상하좌우로 2등분하고 이 값(1인가 제로인가)에 따라서 그림 16(a)와 같이 각각 투명, 불투명으로 부호화한다.

예를 들면 입력데이터 A에 있는 표본점의 값이 제로인 경우에는 위쪽이 투명, 아래쪽이 불투명하게 되고 1인 경우에는 위쪽이 불투명, 아래쪽이 투명하게 부호화된다. 코드패턴은 부호화된 2매의 입력화상을 중첩시켜서 만든다. 그리고 그



(a) 입력패턴의 공간코드화법



(b) LED에 의한 투영

〈그림 16〉 투영광학계에 의한 병렬광연산

림 16(b)와 같이 서로 半畫素만큼씩 떨어진 4개의 LED點光源을 적당히 조합하여 발광시키고 이것을 復調패턴을 통하여 투영패턴을 관측하면 A와 B에 대한 2値 2變數論理極數에 대한 16演算을 전부 실행할 수 있다. 이외에 並列線形演算과 시스트릭演算은 생략하기로 한다.

5. 각종 아키텍처의 제안

현재까지 광컴퓨터에 관한 새로운 구조를 보면 여러 가지 구성법이 제안되었으나 본고에서는 셀프어레이 프로세서와 신경망프로세서에 대하여 간단히 설명하고자 한다.

셀프어레이 프로세서란 동일한 구조를 갖는 프로세서를 다수 배열하고 각종프로세서간의 통신을 근방에 제한하는 구조이다. 주로 畫像處理用의 프로세서에 이용되며 기본이 되는 연산으로서는 並列近方畫素演算이 있다.

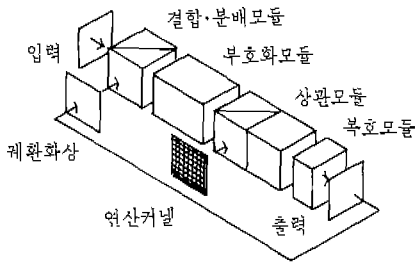
이것은 전자공학에 있어서 어레이로직과 똑같이 積項演算과 演算結果의 論理和로 분해할 수 있다. 앞의 4.2절에서 설명한 병렬게이트어레이를 사용하면 이것을 병렬적으로 실행할 수 있음을 알 수 있으며 병렬로직어레이라고도 부를 수 있다.

최근에는 그림 17과 같아 光어레이로직을 기본으로 한 並列아키텍처(OPALS : Optical Parallel Array Logic System)가 제안되고 있다. 이것은 결합·분배, 부호화, 상관, 부호의 4가지 모듈로 구성되어 있으며 결합·분배모듈과 피드백部에서는 光상호접속기술이, 相關모듈部에서는 並列光演算技術(光어레이로직)이 그리고 부호화, 복합화의 모듈은 앞에서 설명한 自動化 空間코드화법이 이용되고 있다.

다음에 神經回路網 프로세서중에서 John Hopfield씨에 의해서 제시된 Hopfield 신경회로망모델은 自體連想 回路網으로서 2進데이터(1 또는 0)신호를 취급하며 연상기억분야와 최적화 문제를 다루는 경우에 매우 유용하다. 일명 Cross-Bar連想回路網이라고 부른다.

6. 맺는말

光컴퓨터에 대한 연구현황을 병렬화의 관점에서 기술하였으며 대규모 병렬화 광컴퓨터의 개발에는 각종 기술수준이 따라야 할 것이다. 광컴퓨터의 장점인 빛의 고속성, 공간병렬성, 접속유연성 및 光인터커넥션(光配線)에 주목되어 實用的인 초고속 광디지털 컴퓨터가 가까운 장래에 실현될 것이다.



〈그림 17〉 3차원 집적회로와 미소광학계를 이용한 기능 모듈형 OPALS의 개념

현재 畫像處理, 人工知能 및 大規模 科學技術計算 등에 광컴퓨터의 응용이 논의되고 있으며 특히 神經回路網의 시뮬레이터로서 광컴퓨터가 강조되고 있다.

또한 光交換技術과 光컴퓨터기술을 관련하여 생각해 볼 때 교환기술에 광기술을 도입함으로써 光配線 傳送速度의 向上, 廣帶域, 低損失性에 의한 配線長 制約의 緩和, 電磁無誘導性에 의한 低漏話, 光의 直進性에 의한 交差配線 및 空間傳送의 가능성 등 여러 가지 利點을 생각할 수 있다.

만일에 2차원 정보의 전송과 교환 및 정보처리를 행하는 2차원 정보통신망이 출현한다면 2차원 畫像情報處理를 행하는 광컴퓨터와의 기술적인 類似性이 증가할 것이며 양자는 相補的인 존재로 발전할 것이다.

앞으로 光交換 스위칭回路는 매우 現實性이 높고 需要도 명확하게 될 것이다. 광교환기의 제어회로는 로직, 메모리 등의 光機能디바이스의 연구개발과 함께 制御回路의 아키텍처 및 제어에 필요한 演算알고리즘의 연구개발이 光컴퓨터와 연관되어 깊이 논의되어야 할 것이다.

끝으로 次世代의 매력적인 광컴퓨터는 그의 潛在能力과 새로운 기술분야의 開拓이라는 面에서 많은 연구가들의 注目을 받고 있으나 實現에는 많은 난관이 있어 이를 극복하지 않으면 안될 것이다.