

光産業 技術의 最近 動向

1. 序 言

레이저가 最初의 人工의 光을 發한후 20數年 이된 現在 레이저技術을 核心으로한 光技術은 여러分野에서 實用化가 開始되었다. 특히 요즘 政府의 施策光시스템 本格導入의 開始, 民間 企業의 積極的인 研究開發, 製品開發에 따라 光製品, 光시스템의 實用化가 크게 進척되어 光産業이라고 부르는 産業分野가 형성되기에 이르렀다. 光技術分野는 금후에도 크나큰 技術革新이 계속 이루어져 産業的으로 크게 비약이 기대되는 分野이다. 그러나 反面 光産業의 健全한 育成, 發展을 도모하기 위하여는 해결하여야 할 많은 과제도 가지고 있다. 그러면 여기에서는 産業面에서본 光技術의 最近動向, 將來의 課題 등을 살펴어 보기로 한다.

2. 光技術의 最近 動向

光技術은 光의 特性을 적극적으로 이용하는 技術을 大別하면 光을 情報의 傳達, 處理媒體로 하여 이용되는 情報關聯光技術과 光을 에너지 媒體로 하여 이용하는 에너지 關聯光技術이 있다.

(1) 情報關聯 光技術

a. 光情報傳送技術

電磁波를 通信手段으로 하는 電氣通信의 發展의 歷史는 利用하는 電磁波의 高周波化에의 걸음과 같다고 하여도 過言이 아니다. 이 發展線에 光通信이 있다고 할 수 있다. 그렇더

도 레이저의 出現이래 레이저光의 通信에의 적용은 강한 지향을 보이고 있다. 실제로 光通信을 위한 研究개발은 光技術全體 발전의 鍵인 차 적 역 할 의 結 과 이 다. 이 즈 음 1 년, 2 년 사 이 에 電 話 시 스템 및 地 域 情 보 시 스템 (LAN)에의 光 화 이 버 通 信 시 스템 의 도 입 이 開 始 되 어 日 本 의 경 우 82 年 의 生 產 額 은 300 億 日 圓 을 넘 어 다 른 光 技 術 適 用 分 野 에 앞 서 本 格 적 인 産 業 成 長 의 시 기 를 맞 이 하 였 다. 光 化 이 버 通 信 은 光 의 高 周 波 性 에 유 래 한 廣 帶 域 長 距 離 傳 送 이 가 능 한 것 은 電 子 騷 音 을 위 시 하 여 여 러 가 지 의 惡 環 境 에 강 한 信 賴 性 이 높 은 傳 送 이 可 能 한 것. 輕 量, 小 型 系 統 이 實 現 될 수 있 는 것 등 으 로 다 른 通 信 方 法 보 다 우 월 한 特 徵 을 가 지 고 있 음 에 따 라 그 適 用 分 野 도 여 러 갈 래 로 퍼 져 가 나 大 別 하 면 電 話 系 統 과 LAN 系 統 에 의 適 用 이 생 각 될 수 있 다. 日 本 의 경 우 電 話 系 에 관 하 여 는 電 氣 公 社 가 오 랜 研 究 成 果 및 現 場 試 驗 의 실 績 을 올 려 81 年 부 터 都 市 內 의 局 間 을 연 결 하 는 12 區 間 의 傳 送 系 에 光 化 이 버 系 統 을 도 입 해 適 用 테 스템 을 開 始 하 였 다. 이 系 統 은 32Mbps (메 가 비트/秒) 및 100Mbps 의 傳 送 容 量 을 가 지 傳 送 容 量 에 對 應 한 短 波 長 帶 (0.85 μ m) 과 長 波 長 帶 (1.3 μ m) 의 光 디 바 이 스 가 쓰 여 지 게 되 었 다. 光 化 이 버 는 어 떠 한 系 統 도 石 英 系 크 레 디 트 인 텍 그 라 스 型 멀 티 모 드 화 이 버 로 서 화 이 버 心 線 長 은 全 區 間 의 合 計 가 約 3,000km 이 다. 昨 年 에 는 40 이 상 의 系 統 의 建 設 이 개 시 되 고 있 는 등 同 種 系 統 의 도 입 은 차 차 增 加 하 고 있 는 것 을 생 각 할 수 있 다. 또 한 大 都 市 間 을 연 결 하

는 幹線系에의 導入이 昨年부터 개시되어 삿바로 - 후쿠오카間의 동맥을 中心으로 心線長에 10萬km에 달하는 시스템을 84년에 도입 布設할 計劃이다. 이 시스템은 400Mbps의 傳送容量을 가져 石英系 싱글모드 화이버가 全面的으로 採用되고 있다. 또한 三鷹地區에서 실험이 개시되어 INS 모델 시스템에는 加入者系에도 光 화이버가 도입되었다. 한편 해외에도 美國을 中心에 電話系에의 光화이버 시스템의 도입이 활발하게 되어 大陸間的 海底系에의 도입도 구체적인 계획이 발표되었다.

을 생각할 때 LAN을 넓게 定義하는 것이 ick절 하다.

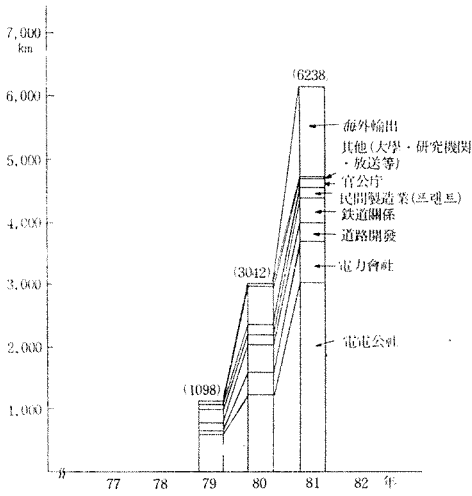


圖 1 年次動向 分野別 光화이버心線長

이와같이 電話系에는 여러가지의 傳送容量을 가진 傳送系에의 도입이 개시되어 현재는 幹線系의 적용이 中核으로 되어 있다. 이를 위하여 大容量 長距離 傳送이 가능한 長波長帶를 쓴 싱글모드 화이버 시스템이 중심이 되고 있다. 이 시스템의 실현을 가능하게 하는 기술, 특히 싱글모드 화이버에의 개발, 實用化는 처음 생각을 훨씬 넘는 勢力으로 이루어지고 있다. 또한 長波長技術, 싱글모드 화이버技術에 관하여는 2, 3年前까지는 日本의 기술이 앞섰으나 지금은 美國을 중심으로 各國의 기술이 급속히 進진되어 日本의 優位성이 상실되는 傾向에 있다. 地域情報 네트워크는 좁은 의미로는 주로 오피스 오토메이슨을 지향한 컴퓨터 및 端末機器를 연결하는 디지털, 데이터 네트워크로 정의된다. 電話系를 제외한 모든 專用通信 시스템을 넓은 의미에서 LAN으로 생각할 수 있다. 光화이버 시스템의 것도 여러가지 특징을 가져 光LAN

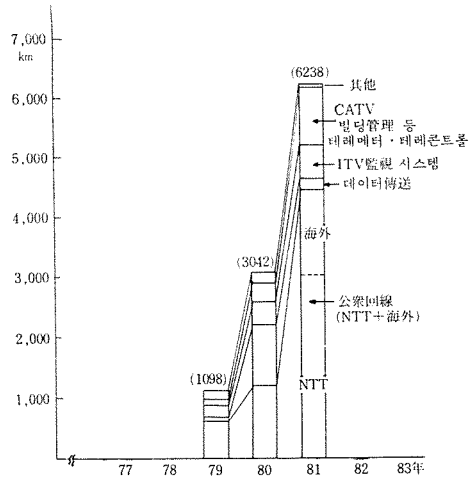


圖 2 年次動向 - 用途別 光화이버心線長

光LAN 시스템의 도입선은 차츰 다양화 되고 있음에 따라 導入시스템數도 요즘 1, 2年 사이에 급속히 증가하여 每年 200件 가까운 시스템이 布設되었다. 적용분야별로 특징이 있는 시스템의 布設例는 최근 특징의 하나로 되고 있다. 分野別로 도입수가 많은 것은 電力分野로서 여기에는 電力系統制御, 保護를 위한 長距離 傳送이 長波長帶의 光디바이스를 써서 달성되고 있는 것은 發變電所內의 데이터傳送 시스템으로

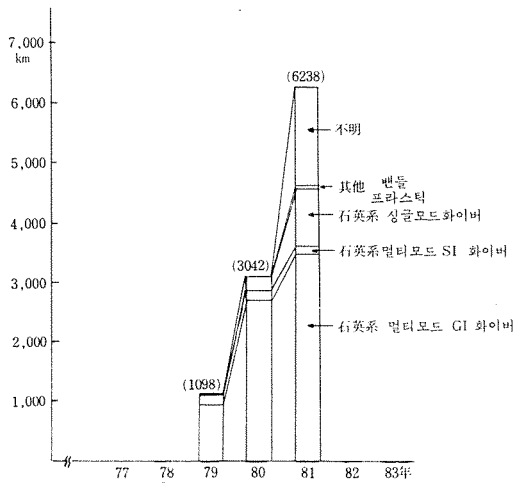


圖 3 年次動向 - 種類別 光화이버心線長

서 넓게 採用되고 있다. 將來的인 테-마로서 架空地線에 光화이버를 導入할 연구 개발이 넓게 실시되고 있다. 프렌트分野에는 鐵鋼 프렌트의 光화이버 시스템의 도입이 이루어 지고

있다. 여기에는 데이터 傳達을 위한 하이웨이, ITV 画像傳送에 光화이버 시스템이 널리 이용되고 있다. 최근에는 壓延 프로세스의 토틀한 計測制御시스템이 光技術을 활용하여 구축되었다. 道路分野에는 도로의 혼잡상황 감시를 목적으로 한 대규모 시스템의 布設이 행하여진다. 鐵道에는 乘降客 安全 監視를 위하여 ITV 画像傳送이 쓰여지는 예가 많으며 波長多重 技術이 많이 쓰여지는 것이 하나의 특징이다. 地下鉄에 도입되는 최신의 시스템은 ITV 画像 傳送機能에 驛自動化的 管理, 電車中央制御 등의 기능을 부가한 토틀시스템을 實現한 예가 보인다. 빌딩內에는 오피스 오토메이션, 빌딩管理를 위한 光화이버의 布設例를 2, 3가지 보면 今後 光화이버의 導入을 계획하고 있는 新設빌딩 數가 많은 것을 볼 수 있으며 團地內, 뉴타운 및 地域再開發에 있어서 光화이버 시스템의 導入을 計劃하는 氣運이 큰 것을 볼 수 있다. 其他 研究所의 오토메이션, CATV 幹線, 大學內 TV 강좌용 등에 光화이버 시스템의 도입이 이루어지고 있으며 자동차, 선박 등의 移動體內에의 도입도 시작되고 있다. 이 數年導入된 光화이버 시스템의 分野別 機能別 및 光화이버 종류별의 추이를 다음 圖 1~3에 나타낸다.

前述한 협의로서 LAN은 美國제록스社의 인 사넷트에서 波生된 面이 강하며 特히 美國에서 버즈형의 네트워크가 상정되어 주로 分岐의 困難性에 따른 光시스템은 강한 意識됨에 따라 同軸케이블에 따른 시스템이 생각될 수 있다. 한편 日本에는 大, 中規模의 컴퓨터 네트워크를 대상에 링크형 32Mbps 정도의 傳送容量을 가진 光네트워크가 다수 도입되어 그 有効性이 실증됨에 따라 다시 現在 100Mbps 정도의 光링크 네트워크의 연구개발이 이루어지고 있다. 이러한 점으로부터 數年前에는 光링크와 同軸버즈를 組合한 하이브리드형이 보급될 가능성이 크다. 그러나 光링크형에서도 低價格의 分岐方法開發은 하나의 크나큰 技術開發 課題로서 그것을 위하여는 OEIC 등의 노트素子開發이 중요하다. 한편 광의의 光LAN에 관하여는 画像데이터의 취급에 제일 중요한 테마가 되었다고 생각한다. 今後의 뉴미디어로서 널리 보급될 것으로 기대되는 CATV에 光시스템이 어떤 관여

가 行하여질까 画像傳送光技術의 개발에 달려 있다.

光시스템에는 주로 發受光素子の 非線型性, 멀티모드 화이버에 있어서 모달 雜音에 따라 100MHz 이상의 아나로그 傳送이 困難하다. 예를 들면 TV 放送電波를 그대로 光信號에 傳送하는 것은 多少의 연구가 필요하며 最近에는 實用化에 옮기는 단계에 있다. 한편 컬러TV 画像信號(4MHz)를 그대로 디지털化한 경우에는 100 Mbps의 帶域이 필요하며 光화이버 傳送시스템의 廣帶域의 특징을 나타내게 된다. 多重化할 수 있는 채널數에는 한도가 있으나 4 채널의 画像情報를 디지털化하여 전송할 수 있는 것이 이 分野 기술의 最先端으로 되어 있다. 한편 多 채널 CATV의 보급을 하고 있는 美國의 예를 보면 同軸케이블을 쓰이는 300MHz 帶의 周波數 分割多重化에 따라 30채널의 傳送이 行하여지며 600MHz 帶를 쓴 60채널 전송이 가까운 장래에 실현될 것으로 보인다. 需要側으로 부터는 120 채널 정도가 요구됨에 따라 이것에 對處하기 위한 複數本の 同軸케이블을 배선하는 계획도 있다. 光화이버 시스템은 同軸케이블 시스템에 따라 본딩설드로서 바로 넓은 傳送帶域을 가지게 되므로 前述한 缺點을 克服하고 多 채널 画像傳送 시스템을 구성하는 것은 金후의 CATV 분야에의 光시스템의 보급에 있어 가장 중요한 과제이다. 이를 위하여 OEIC 技術, 波長 多重技術, 데이터 壓縮傳送 技術 등이 要素 기술로서 중요하여지며 또한 画像分配에 최적한 네트워크를 구축하는 것도 필요하다. 適材適所를 생각한 同軸케이블 시스템 및 衛星通信 시스템 등도 함께 共存함이 不可缺하게 된다.

b. 光情報機器 技術

가까운 장래 光通信으로서 光産業을 견인할 것으로 기대되는 光디스크는 光學式 비디오 디스크, 光디지털 오디오 디스크(DAD), 業務用的 글을 써 넣는형의 光디스크 메모리가 製品化되어 이러한 3種類의 光디스크를 합하여 昨年은 120億圓 정도의 시장 규모에 달하게 되었다. 家庭用的 光學式 비디오 디스크는 高品質 再生 画生 長壽命, 多機能再生, 高速랜덤 액세스등 우수한 특징을 가지고 있으나 參加企業이 적지않아 VTR 과의 경쟁이 심하여지는 이유가 되며 폭

발전적인 시장확대는 일어나지 않고 있다. DAD는 高品質再生音聲, 長壽命, 小型 등의 특징을 가져 순조로운 성장이 기대된다. 업무용 光디스크는 많은 映像서비스 시스템인데 画像휠 메모리로서 VTR에 대신하여 쓰는 경우가 많다. 또한 OA用 画像휠 메모리로서의 기대도 크며 生産體制가 정비 된다면 대폭적인 시장확대로 기대된다.

이러한 光디스크의 메모리로서 특징은 高密度性的의 결과로서의 大容量性, 低價格性이 있다. 이 特徵은 光은 좁은 공간에도 투과된다는 성질을 반영하므로 現在의 光디스크도 1비트의 面積은 $1\mu\text{m}^2$ 정도로 되었으며 半導體 LSI 메모리는 勿論 磁氣디스크 등의 자기면 메모리에 비교하여도 한자리 이상의 高密度를 달성하게 된다.

半導體, 磁氣體 메모리에는 디바이스 제작법, 정보의 검출법 등으로 부터 고찰된 메모리 셀 사이즈의 이론적 한계가 $1\mu\text{m}^2$ 정도로 평가됨에 따라 이 의미로서 光메모리에는 集積度的의 點에서 이미 궁극의 도에 달한 감이 있다. 光디스크 關聯技術의 특허출원 건수의 年度推移를 圖4에 나타내었다. 光디스크의 製品化와 함께 특

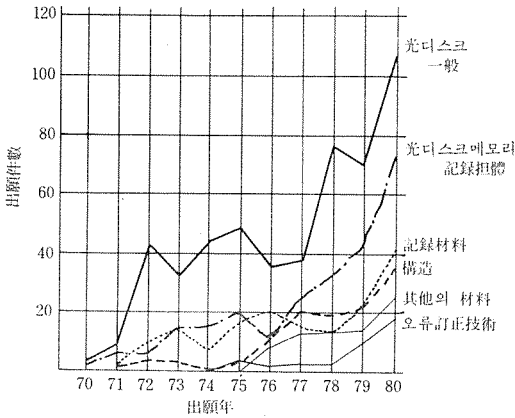


圖4 光디스크 關聯技術特許出願件數의 推移

허건수가 급속히 증가하고 있는 형태를 보여준다. 특허 記憶担體에 관한 특허가 많다. 磁氣面 메모리에 비교한 현재의 光디스크 메모리의 결점의 하나는 써서 바꾸기가 곤란한 점에 있다. 따라서 써서 바꾸어 넣는 것이 가능한 메모리 材料의 개발이 이루어지고 있다.

이 가운데에는 아몰화스希土類金屬 - 遷移金屬系合金 등의 熱磁氣記憶材料 등이 有望視되고 있다. 光디스크가 今後에도 대폭 보급되기 위하여는 이외에도 예라 레이트 및 데이터 轉送 레이트의 改良에도 效果가 있다. 其他 光情報機器로서는 光프린터(半導體레이저, 氣體레이저, LED) 및 레이저製版裝置가 각 100億圓을 넘는 市場規模를 갖는다. 圖5에 光應用入出力機

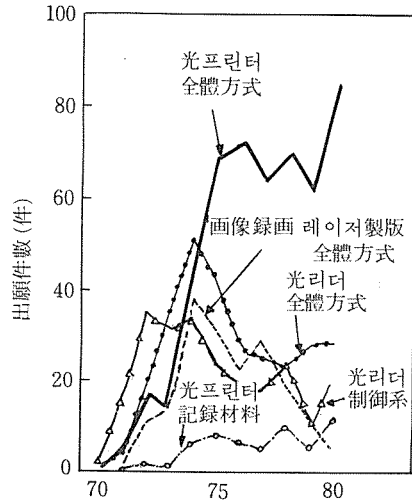


圖5 光應用入出力機器特許出願件數의 推移

器에 關한 특허의 출원건수의 추이를 나타내었다. 光센서는 多次元計測, 非接觸計測, 高精度計測 등 다른 센서로서 대체할 수 있는 특징이 있으나 特殊한 적용분야에서 차차 실용화가 개시되고 있으므로 아직 본격적인 시장획득에 이르지 못하고 있다. 昨年에 약 22億圓 정도의 시장규모가 형성되었다.

2. 에너지 關聯 光技術

a. 레이저加工 技術

레이저 加工은 레이저光을 에너지 傳送媒體로서 이용하여 材料의 아닐링, 溶接, 切斷, 마킹, 트리밍 등의 加工, 醫療利用으로서 레이저 外科 등에 行하여진다. 레이저 加工에는 光은 좁은 공간을 통과하는 光의 特徵이 本質的으로 레이저의 大出力性에 맞는 現狀으로 $0.1\text{mm}\phi$ 정도의 작은 스파트에 $18^\circ\text{와트}/\text{cm}^2$ 의 高에너지

-密度를 얻을 수 있다. 거기에 덧붙여 레이저 빔의 性質에 기인하여 圖 6에 보인 특징이 있어 종래의 加工法이 아닌 신축적인 加工을 가능하게 한다. 1960年 최초의 루비 레이저의 發振에 成功한 메이만은 레이저光의 性質을 사람들에게 이해시키기 위하여 레이저光으로 風船을 뚫거나 면도칼에 구멍을 뚫었다. 이것이 레이저 加工의 시작으로 1964년에는 루비 레이저에 의한 加工機가 제품화되어 레이저의 최초 실용화가 이루어졌다. 그러나 日本의 경우, 레이저 加工分野가 산업으로서 성장하고 있어 每年 100% 가까이 성장을 계속하고 있다.

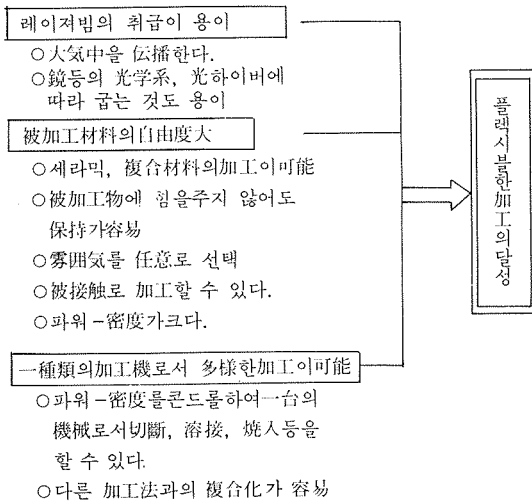


圖 6. 레이저 加工 技術의 特徵

高出力の 레이저發振器에 관하여는 에너지 기술, 군사기술에의 전개를 지향한 미국정부 관련 연구개발이 先行하였으며 그波及效果로서는 레이저 加工技術은 미국이 先行하였으며 通産省 工業技術院이 주관하는 대형 프로젝트「超高性能 레이저應用複合 生産시스템」의 연구개발의 진전으로 日本의 기술수준도 급속히 상승하고 있다.

材料의 加工에 관하여는 YAG : Nd³⁺ 레이저 및 CO₂ 레이저가 널리 쓰여지고 있다. YAG : Nd³⁺ 레이저는 半導體를 위시한 電子部品 등의 精密加工에 널리 이용되고 있다. 即 트리밍, 마킹, 마스크리피어링, 스크라이빙, 아널링 등에 실용화되고 있어 레이저 加工裝置, 加工技術 등도 완성에 가깝게 이루어 지고 있다. 그렇더라

도 YAG 레이저 加工機에 관한 기술 개발의 관심은 機械의 長壽命化, 效率向上, 操作과 補修의 簡便化 등에의 改良과 새로운 응용분야에 개척으로 향하고 있다. 물론 高品質한 YAG 結晶의 성장법 및 발전기에 관한 기초연구도 착실히 진전됨에 따라 連續出力 300W의 레이저가 얻어지게 되었다. CO₂ 레이저 加工에 관하여는 비교적 출력이 적은 발전기를 조립한 加工裝置로부터 실용화되었으나 CO₂ 레이저 加工機의 특징을 가진 KW級의 大出力加工機의 실용화도 개시되어 自動車, 鉄鋼, 大型機械 등의 분야에 도입되어 金屬의 切斷, 溶接, 燒入 등에 쓰여진다. 前述의 레이저 加工 大프로젝트에는 20 KW級의 CO₂ 레이저 加工機의 開發을 목표로 하고 있다. 醫療用으로는 YAG : Na³⁺ 레이저 및 CO₂ 레이저가 레이저 메스로서 실용화되며 Kr⁺, Ar⁺ 레이저가 안과용 크어키 레이저로서 사용되고 있다. 이러한 레이저 加工裝置에는 레이저光은 加工點까지 空中을 전파시키는 것이 보통이나 光화이버 傳送路를 써서 傳送하는 방식의 開發로 진전되고 있다. YAG 레이저에 대하여는 石英系 화이버가 사용되어 200W 이상의 光파워의 傳送이 가능하다. 한편 CO₂ 레이저에 대하여는 石英系가 사용되며 KRS-5 (Tl Br/TlI) AgCl, AgBr, AgI, CsBr, Ge-As-Se 등의 재료개발이 행하여지며 현재에는 傳送損失은 0.2dB/m 정도로서 出口光 파워는 100W 정도가 되고 있다.

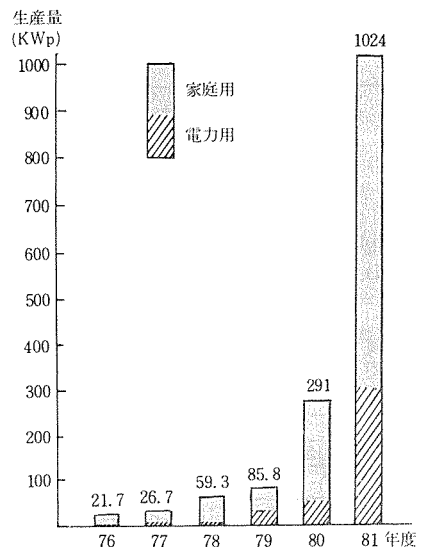


圖 7. 太陽電池生産量의 推移

b. 太陽電池技術

우리 인류가 소비하고 있는 에너지는 原子力 에너지를 제외하고 모두 太陽에너지에 始源을 두고 있다. 過去에 蓄積된 石油, 石炭 등의 化石에너지는 어떻게 고갈 될 것이 必然이며 현재 지구에 太陽에너지를 이용하는 기술로서 태양전지를 쓰는 太陽光을 直接電氣에 變換하는 기술에 기대를 걸고 있다. 太陽電池는 기술 진전과 함께 數年동안 가격이 급속히 저하해 실용화가 개시된 것을 圖 7에 나타난 것과 같이 생산량도 급증해 昨年의 생산액은 80億圓에 달하였다. 81年度 海外 生産費는 美国 4,200Kwp, EC가 1,300Kwp로서 日本은 美国 生産量의 約25%, EC에는 약간 下廻하는 정도이다. 生産量을 材料別로 보면 圖 8에 나타난 것과 같이 結晶系 실리콘이 約63%를 占하며 多結晶系 및 아몰화스 실리콘, GaAs의 合計로서 37%가 된다. 用途別로는 家庭用이 전체의 63%를 占해 電力用은 約 30%가 된다. 家庭用에는 電卓에의 需要도 크나 全生産量의 57%가 되어 海外의 태양전자 생산량이 거의 電力用に 쓰여지고 있는 것에 비교하면 특장적이다. 실리콘 LSI에도 전력이 최초의 보급대상이 된 것은 매우 흥미로운 사실이다. 전력용에 쓰여지는 太陽電池는 그 約60%는 一般通信用으로서 一般의 電力用으로서 보급은 今後의 課題가 된다.

方式別로는 거이가 브랜드 관널方式으로서 一部는 集光型이 적용된다. 81年度の 생산량은 太陽電池의 생산량을 비롯하여 1,000Kwp를 넘었

으나 현재 대규모한 전력용 프랜트가 계획되어 실시로 넘어갈 段階이며 또한 家庭用 需要도 응용분야의 확대가 이루어질 것이 기대된다. 따라서 今後도 한층 성장이 예상된다.

3. 光産業技術開發의 今後課題

光産業을 보다 한층 발전시키기 위하여 현시점에서 가장 필요로 하는 것은 有効한 研究開發을 보다 충실하게 계속 실시함으로서 가능할 것이나 여기에서는 共通의인 課題에 관하여 기술한다면 圖 9는 光화이버 시스템 모두 도입한 기관을 대상으로 光시스템에의 금후기대를 앙케트

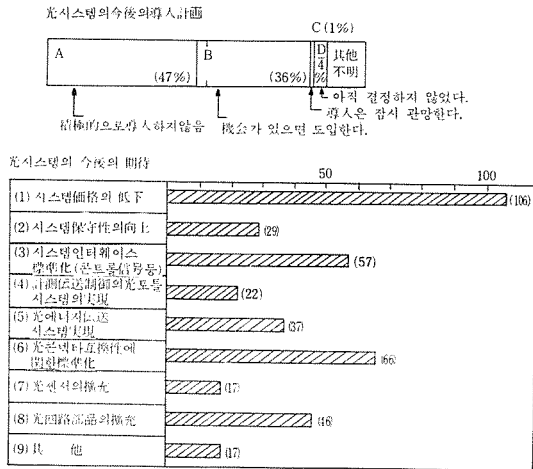


圖 9. 光화이버伝送시스템의 今後의 課題

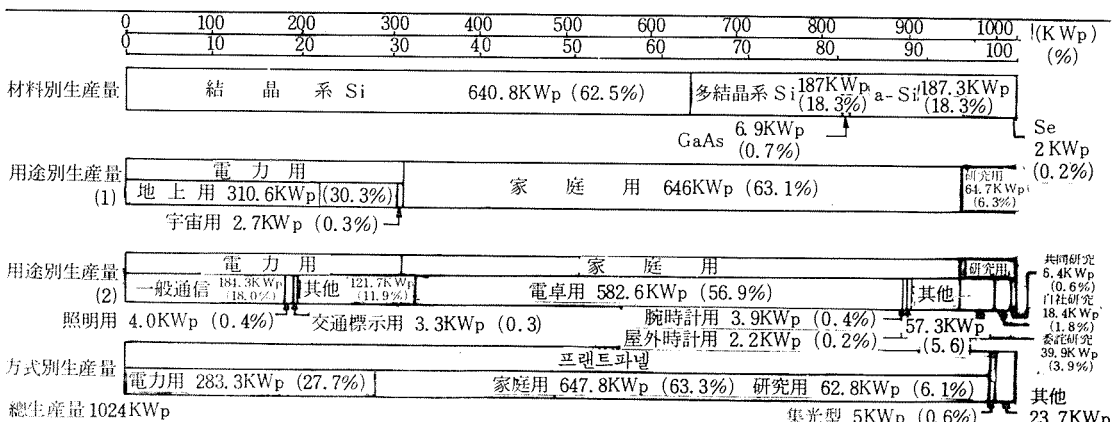


圖 8. 81年度 太陽電池 生産量

조사로서 나타난 결과이다. 이것에 따르면 시스템의 가격저하에 기대가 가장 크며 다음으로 光 코넥타를 中心으로한 標準化의 早期確立 要求가 크다. 또한 圖10은 光技術開發 担当者를 대상으로 技術開發과제에 있어서 앙케트 결과를 나타내었다.

여기에는 分野에 함께 개발과제는 다소 다르나 레이저를 中心으로한 發光素子の 多樣化, 고성능화가 주요 개발과제로 되어 있다. 光 시스템의 고성능화, 저가격화를 달성하기 위하여는 發光素子, 특히 반도체 레이저의 고성능화가 필요하며 이를 위하여는 여러 가지의 化合物半導體技術의 確立, 生産性的 높은 氣相成長法프로세스(MOCVD, MBE法 등)의 개발등이 필요하다. 또한 光技術은 레이저 發振器와 함께 적용분야가 개척되는 경향에 있다. 그렇더라도 엑시머 레이저, 金屬蒸氣레이저, 紫外線레이저, 自由電子레이저 등 새로운 레이저 開發을 이루는 것이 光技術의 새로운 分野를 여는 重要한 점이고 있다. 기타 레이저 發振器의 보급에 따라 사용상 안전을 확보하기 위하여 레이저光의 안전성에 관한 기준을 정해 레이저의 올바르고 안전한 사용방법을 보급시키는 것이 중요하다. 또

光産業의 종합적인 육성, 진흥을 도모하기 위하여 설립된 (財)光産業技術振興協會는 82年度에 光産業 發展의 가이드 라인으로서 生産規模

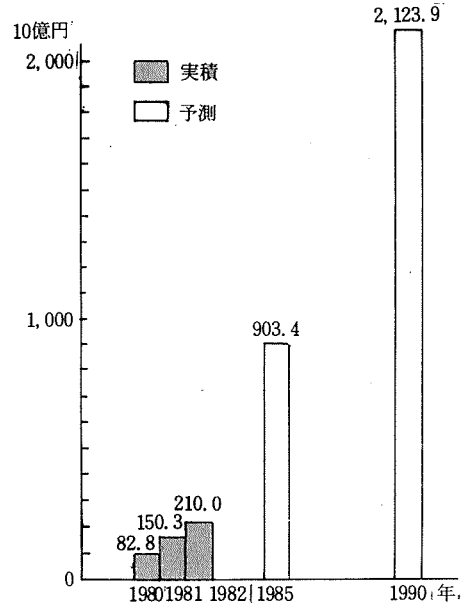


圖 11. 光産業 生産 規模의 推移

의 확대 목표치를 나타내었으며 圖11에서 보는 것과 같이 이 3年 정도의 推移는 거의 그目標直와 같이 이루어질 것으로 보인다. 요즈음 1

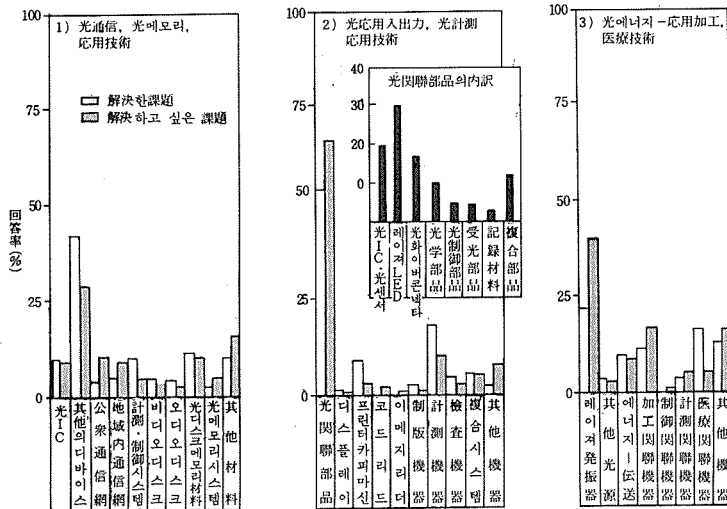


圖 10. 光應用機器分野에 있어서今後的 開發課題

한 長期的으로는 光技術 分野의 革新을 지속하기 위하여는 光컴퓨터, 光 IC, 光雙安定素子 등에 관한 기초 연구의 비중을 높일 필요가 있다.

4. 結 言

· 2年의 光通信, 光디스크, 레이저加工, 太陽電池의 급속한 보급에 따라 예측을 크게 상회할 가능성도 있다. 이결과 他産業과의 協調, 社會와의 調和, 外國과의 조화를 도모할 必要性이 차츰 증가하고 있다.