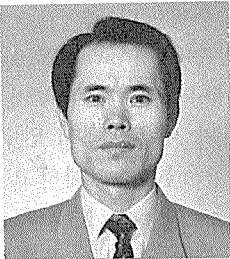


水晶 發振器의 製造技術 現況과 展望



金 炯 泰

싸니電機工業(株) 技術研究所長 常務

전자산업의 급속한 성장에 따라 수정응용산업도 지속적인 성장을 해왔으나 기술적인 측면에서 균형적인 발전이 이루어지지 않아 부품기술 수준이 완제품 개발을 뒷받침 하지 못하는 실정으로서 사실상 기술집약형 고부가가치 제품은 수입에 의존하고 저부가가치 제품은 국내 생산을 통해 해외로 수출하고 있는 상황이다.

1. 概 要

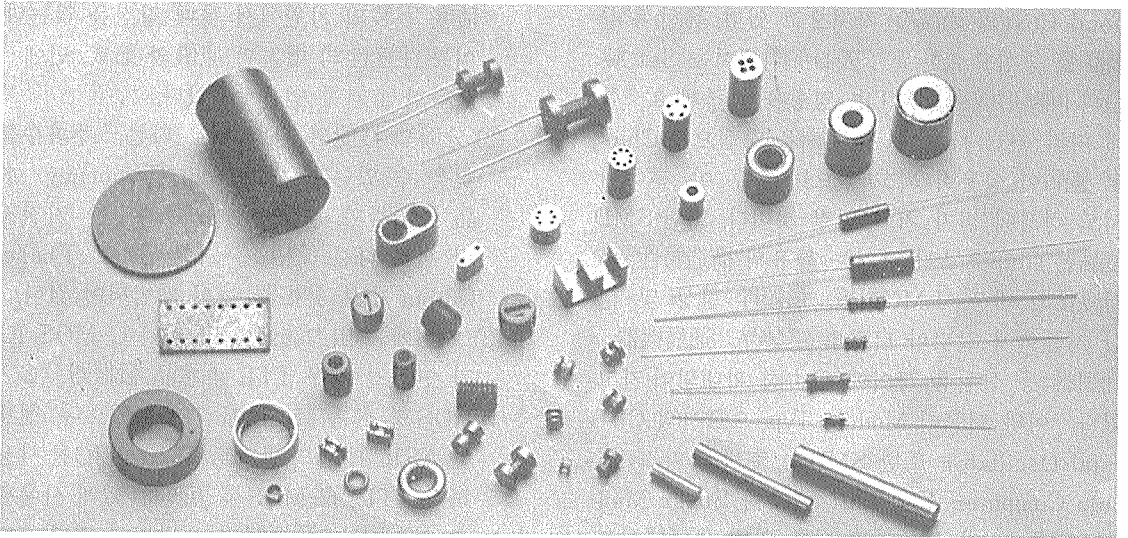
일반적으로 發振器는 波形, 周波數 및 周期 등이 일정한 振動을 지속적으로 발생하는 器機를 말하며 水晶 發振器라 함은 發振 周波數를 결정하기 위하여 水晶 振動子를 사용하고 그에너지의 보급을 위한 增幅器로서 Tr이나 IC를 결합시킨 發振器이다. 이는 水晶 振動子の 고유 振動數로 인해 안정된 發振을 얻을 수 있으므로 다른 LC, RC 發振回路에 비해 周波數 安定度가 우수한 장점을 지니고 있다.

'80年代 이후 技術革新中 가장 괄목할 만한 발전을 보이고 있는 것은 아마도 Computer 및 通信技術 분야라 할 수 있다. 이러한 電子分野에 核心的으로 사용되고 있는 水晶 發振器는 정보산업이 점차 발전되어 감에 각종 電子器機, 情報 端末機, Computer 등의 經薄短少化, 多樣化, 高技能化하는 추세에 따라 보다 高品質化, 小型化, 多技能化하고 있다.

2. 本 論

1) 水晶 發振器의 製造技術 動向

최근 水晶 發振器 제조기술 동향은 高品質, 高性能, Low Cost化 하기 위하여 半導體 素子の 集積化와 함께 HIC化 하고 있다. HIC技術은 發振器 내부에 부품과 부품 사이를 연결하고 配線間을 絶緣하는 기능을 함으로써 매우 중요하다. 현재 IC와 配線間의 Bonding用 인쇄회로기판이 실용화 된 상태이며 점차 Package 및 Chip 部品을 사용함에 따라 SMT 기술향상과 함께 自動製造 라인의 확대로 製造工程의 Low Cost化하고 있다. 그러나 水晶 發振器의 주요 부품은 80% 이상 輸入에 의존하고 있어 輸出 시장에서의 價格競爭力 優位 確保가 어려운 실정이다. 프로세스면에서는 고도의 品質을 保證



정보단말기, Computer 등의 경박단소화, 다양화, 고기능화하는 추세에 따라 보다 고품질화, 소형화 다기능화 하고 있다.

하기 위하여 방진 管理 및 無人化하는 추세이며 IC 및 部品の 보호를 위한 SMD化 MOLD化가 진행되고 있다. 品質管理 시스템도 종래의 單純性에서 벗어나 정기적 신뢰성 검사 및 裝備 개발로 電氣的特性, 接續性, 絶緣性, 室裝性 등의 品質을 향상 시키고 있다.

多品種, 小量 生産 방식에 따라 高性能, 高品質, 納期, Cost 등을 충족시키기 위해 Crystal 應用 메이커들의 기술 개발 및 국산화가 시급하다.

2) 技術 現況

가. 디바이스의 多樣化

Crystal Oscillator에 適用되는 Device는 TR, TTL, C-MOS, ECL 등이 있으며 Quartz Crystals은 Device의 性能에 따라 그 특성이 좌우된다. 최근 Device 業界의 동향은 C-MOS IC의 需要가 증가됨에 따라 TTL이 점차 감소되고 있으며 C-MOS가 安定化 되어가고 있는 추세이다. Crystal Oscillator Device의 응용 기술은 半導體 素子の 집적기술이 축적되고 高性能化 되면서 拔速한 변화를 가져왔다.

TTL의 경우 第3世代 IC로 분류되는 Advanced Schottky Type의 출현은 高周波 發振回路에 응용되어 System을 高速化하고 있으며 TTL에 비해 消費 電力이 적은 C-MOS의 경우

상승 시간 및 GATE 遲延 시간이 긴 결점이 있었으나 高性能化하여 괄목할 만한 진보를 가져왔다. 水晶 發振 회로에 대해 理想的인 高인력 線形 저항과 저출력 저항, 出力 驅動力이 뛰어난 ECL의 경우 數拾 MHz 이상의 高速回路에서 독자적으로 사용되고 있다.

Crystal의 Source, 負荷抵抗, 利得, 增幅 調整이 용이한 TR Device의 경우 普通 IC 回路보다 좋은 특성을 갖는데 현재 高速, 高性能화된 TR이 개발되면서 高安定化되었다.

종래의 Crystal Oscillator는 發振 목적에 따라 Standard Logic IC를 사용하여 설계되어 왔으나 10MHz~20MHz 이상의 설계는 配線의 不整合, 結線, 링강, 反射 등의 어려움이 있었다. 최근의 動向은 集積回路의 기술축적에 따라 發振回路의 시스템을 단일화한 注文型 Device (Custom IC)를 개발하여 높은 신뢰성, 소형화, 고속화 저소비 電力形의 水晶 發振器를 생산하고 있다. 향후 Crystal Oscillator Device 기술도 發振器의 周邊回路, R.C 및 能動素子를 종합한 ASIC형의 새로운 Device가 개발되고 새로운 Device 勢力 增加에 따라 拔激한 변화가 예상되어진다.

나. SMD 및 小型化

電子産業의 전반적인 발전과 더불어 經薄短少의 추세는 回路 面積의 확대, 高密度 室裝,

Total Cost의 節減을 가져오고 있다. 특히 家電機器를 중심으로한 電子機器部門에서는 Set 製品의 回路形成에 SMT化 영향을 강하게 요구함에 따라 최근 日本 등 先進國을 중심으로 Chip化 製品이 실용화 되고 있으며 향후 이 분야에서 경쟁이 점차 치열해 질 것이다. 또한 SMD 製品은 Chip部品이 가지는 특유의 構造特性, 高周波化의 대응, EMC對策, 信賴性 향상 및 생산 자동화에 알맞아 自動車 電裝品, 通信機器, 計測器 등 산업용 분야에 급속히 확대되어 가고 있다. 이와 더불어 Module Type으로서의 Crystal Oscillator 또한 SMD化 추세에 따라 Laptop Computer 등에 Half Size나 Super Miniature Type이 사용되고 이를 위해 국내에서도 Half Size Oscillator를 生産하고 있으며 水晶振動子協會를 통해 SMD化를 추진하고 있으나 Oscillator의 主要 部品인 基板(Al₂O₃ Ceramic Substrate)이나 케이스 등의 금형기술 및 비용 그리고 基板配線의 幅, Pacakage 등이 선진국에 비해 技術的인 문제점으로 남아 있으며 베어칩 室裝 技術 등에는 低 Cost인 Wire Bonding 이외에 테이프 캐리어와 같은 기술은 검토하지 못하고 있는 實情에 있다. 그러므로 國際競争力을 획득하기 위해서는 關聯業體의 상호 협력체제가 必要하며 基礎材料 및 技術에 정부의 보다 큰 技術支援 및 자료가 요구된다 하겠다.

다. 多技能化

전자기기가 高集積化, 低電壓化, 低消費電流化하는 방향으로 發展되어 가고, 가격의 節減과 輕量화와 다양한 기능을 가진 제품을 開發해 나아가고 있는 추세에 맞추어 나가기 위해서 水晶片을 이용한 水晶 發振器 역시 多技能化로 전환되어가고 있다.

① 하나의 水晶片과 IC를 사용하여 部品の 교체없이 低周波에서 高周波까지의 周波數 帶域幅에서 $\pm 100 \times 10^{-6}$ 의 周波數 안정도를 유지하면서 사용자가 원하는 周波數를 다양하게 얻을 수 있는 分周技能을 가진 이러한 水晶 發振器는 주변 전자회로가 여러가지의 出力 周波數를 연결해 줌으로서 高集

積度 室裝의 차원에서 볼때 장점을 갖는다. 이는 生産性的의 增大와 原價의 節減 면에서 상당한 효과를 얻을 수 있다.

- ② 分周의 技能과 다른 서로 다른 주파수를 얻을 수 있는 Dual Output Frequency 水晶 發振器와 동일한 출력 주파수를 가지지만 서로 다른 位相을 가진 Dual Phase Output 水晶 發振器 등이 개발되어 졌다.
- ③ 기존에는 出力端에 TTL이나 C-MOS IC가 연결될 경우 TTL형 水晶 發振器, C-MOS형 水晶 發振器를 사용하였으나 현재는 ASIC 技術의 발달로 Custom IC를 사용하여 TTL, C-MOS를 互換性 있게 사용할 수 있는 水晶 發振器가 개발되어 졌다. 따라서 水晶 發振器의 출력단의 負荷 條件에 관계없이 사용함으로써 使用者가 편리하게 원하는 시스템을 구성할 수 있다.
- ④ Tri-state, Enable/Disable 技能을 가진 水晶 發振器는 최근 經薄短少의 영향에 따라 室裝 密度는 더욱 높아지고 동일기판내의 電子回路 相互間의 간격이 커져서 回路의 異動作이 發生되고있는 System에, 高密度 室裝에 수반되는 回路의 異動作을 방지하기 위해서 水晶 發振器 역시 기존의 기능에 Tri-State 기능이나 EN/DIS 기능을 첨부 시킴으로서 水晶 發振器와 周邊回路과의 異動作을 방지할 수가 있다.

라. 高周波化

Computer 및 通信機器의 발달에 의해 基準周波數 發生源인 Crystal Oscillator 또한 더 높은 周波數가 요구되어지고 있다. Computer의 경우 半導體 製造技術 및 ASIC 技術의 발달로 ONE CHIP化가 실현 되었고 16bit Personal Computer에서 32bit의 Workstaion 및 Micro Computer, Super Computer의 개발과 普及이 확산되고 있다. 따라서 보다 빠른 처리速度를 요구하며 기준 周波數 發生源인 Crystal Oscillator 또한 종래의 16MHz, 32MHz에서 66MHz 帶域으로 바뀌고 있다. 通信機器의 경우 Cordless Phone 및 Car Phone 등 無線通信機器의 대량 보급으로 인한 周波數 共有 帶域의

협소로 通信의 혼선을 야기 시키며 EMI 영향을 받게 되었다. 따라서 현재 사용하지 않는 보다 높은 周波數를 요구하게 되었고 이에 대응하기 위해 水晶 發振器의 高周波化가 가속되고 있다. 그러나 Crystal Oscillator의 경우 水晶 振動子의 基本波와 3 次배파를 채택하고 있으며 현재 100MHz 帶域 및 200MHz 帶域의 Crystal Oscillator 개발에는 여러가지 問題點이 대두되고 있다.

첫째, 水晶 振動子의 제조 기술이 현재의 수준에서 보다 安定된 發振子로 高品質化 되어야 하며,

둘째, 發振器 構成時 중요한 能動 素子인 IC의 選擇이 한정적이다. 현재 高周波 帶域의 사용은 BiC-MOS Logic에 의해 실용 되고 있으나 한계가 있으며 ECL IC를 사용한 ECL Oscillator가 있을 뿐이다.

세째, 發振回路 基板의 製造 技術이 현재의 후막 Pattern 방식에서 박막 Pattern 방식으로

전환되어야 하나 현재 國內 HIC業界의 박막 기술은 未備하며 Cost 또한 높은 실정이다. 이러한 問題點들로 인해 현재 ECL Oscillator의 경우 200MHz 이상의 水晶 發振器 開發이 지연되고 있다.

마. 高品質, 高附加價値化

인건비 상승, 원화 절상, 勞使問題 및 전자기기의 高技能化에 따라 시장에서의 價格 競爭力을 갖춘 高品質의 제품과 고부가가치 제품 生産이 必要하며 현재 아래와 같은 水晶 發振器가 개발되고 있다.

① VCXO (Voltage Control Crystal Oscillator)

高安定의 周波數와 함께 周波數를 가변할 수 있는 電壓制御形 水晶 發振器로서 PLL AFC, 私設交換器, 전자 교환기에 이용된다.

② TCXO (Temperature Compensated Crystal Oscillator)

要素技術의 體系 및 技術水準調查

區 分	要素技術內容	技術水準評價			技術隔差의 具體的 內容	技術隔差要因
		韓 國	最高技術 保有國	競爭國		
原 資 材	原 石 (水 晶)	20	100 (美國)	日本	生産收率低調	生産初期段階
部 分 品	BASE	50	100 (日本)	"	生産의 自動化 技術脆弱	量産初期 段階
	Holder	70	100 (日本)	"	鍍金技術不足	經濟性 未弱
	絶緣 튜브	70	100 (日本)	"	品質이 均一 하지 못함	"
	CAN	25	100 (日本)	"	金型設計技術 및 量産性 不足	精密設計技術 不足 生産設備投資 不振
加 工 技 術	原石選別技術	} 80	100 (日本)	"	技術Know-How不足	素材에 對한 基礎 技術 不足
	測角技術					
	切斷技術					
生 産 技 術	蒸着技術	} 90	100 (日本)	"	電極徑 Mark設計 技術不足	Know-How 不足
	組立技術					
製 品 技 術	SMD技術	10	100 (日本)	"	基礎技術脆弱	世界的으로 開發段階
	초음파 Sensor	30	100 (美國)	"	切斷技術微弱	高精密 · 高價裝備所要
	高周波數用 設計技術	50	100 (日本)	"	設備投資不振	高價의 設備가 必要

資料 : 商工部 工業技術 需要調查報告書 ('87)

水晶製品の 利用分野 一覽表

區 分	振動子 水晶 振動子	發 振 器				FILTER			其 他		
		S P X O	V C X O	T C X O	O C X O	一 般 水 晶 振動子	M C F	Disc- rimi- nator	光學用 素 子	sensor	Delay Line
有線 通信 裝置	○搬送通信裝置 FDM通信裝置 (AM) TDM通信裝置 (PCM)	○	○		○	○	○				
	○光通信裝置 TDM通信裝置 (PCM)		○	○			○		○		
	○私設交換裝置 私設交換器 (PBX)		○	○	○						
	○電話機 다이알式 電話, Push Button式 電話, 各種 多機能電話	○									
放送 裝置	○放送裝置 放送裝置, 放送中繼裝置, CATV放送裝置	○			○						
	○放送스튜디오裝置 칼라 카메라裝置, 切換 制御裝置, VTR, Tape Recorder	○	○		○						
無 線 通 信 裝 置	○固定無線通信裝置 固定無線局通信裝置, 마이 크로波 通信裝置, 無線多 重通信裝置, 同報無線通信 裝置	○	○		○	○		○			
	○陸上無線通信裝置 海岸局・航空局・基地局用 無線通信裝置	○	○		○	○					
	○宇宙衛星通信裝置 宇宙局, 地球局, 船舶地球 局 衛星通信裝置	○			○	○		○			
	○船舶, 航空機無線通信裝置	○	○		○	○	○	○			
	○陸上移動無線通信機 VHF/UHF移動, 携帶無線 機, Taxi用 無線機	○	○			○	○	○			
	○自動車電話裝置 自動車電話, MCA機器	○			○	○					
	○PAGING機器 Pager, Pocket Bell	○					○				
	○야마추어 通信機	○	○	○	○	○	○	○			
	○簡易無線機 簡易無線機, Personal無線 機, Cordless telephone, CB 트랜시버	○	○		○	○	○				
	○Radio Sonde ○無線測位裝置 方向深知機, 레이다, LORAN裝置, Decker 裝置, NNSS裝置, 電波高度計	○			○	○	○			○	
○標準周波數無線裝置					○	○					

區 分	振動子	發 振 器				FILTER			其 他		
	水 晶 振動子	S P X O	V C X O	T C X O	O C X O	一 般 水 晶 振動子	M C F	Disc- rimi- nator	光學用 素 子	sensos	Delay Line
產 業 用 機 器	○OA機器 Personal Computer, Word processor, Faximile,複寫器	○	○		○						
	○Computer 端末裝置 Computer 데이터處理裝置, Computer 端末裝置, Pri- nter, FDD, POS 端末裝置	○	○								
	○電 卓	○									
	○Computer 應用機器 產業用 Robot, NC工作機 器, 防災 System裝置, Sequence Controller, 各種 Mechatronics	○	○								
	○ME機器 Remote Sensor, 各種診斷 裝置, 超音波醫療機器, 電子體溫計	○									
	○超音波應用裝置	○									
	○Car Electronics裝置 Engine Control System, Car Clock, 電子式 表示 機器	○	○								
	○計測器 標準周波數發生裝置, 標準 信號發生裝置, 傳送特性測 定裝置, Network Analyz- er, 周波數 Counter, 周波 數 Synthesizer, Level 測 定器, 溫度計, 回轉計, 壓 力計, 歪計, 水位計, 流量 計, Manometer, 膜厚計, 加速度計, 距離計	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	○映像 관련기기 1TV, CTV, VTR, Video Camera, Video Disk, CATV, RF Converter	○	○		○				○	○	○
	○音響 관련기기 各種 라디오, 라디오 카셋 트, Stereo Tuner, Com- pact Disk Player, 電子樂 器, 레코드 플레이어, Tape Deck, Micro Phone, Car Stereo Amp	○	○							○	○
○時 計 손목時計, 벽時計, 報時裝 置, 휴대용時計, Timer, Car용 時計	○										

區 分	振動子	發 振 器				FILTER			其 他		
	水 晶 振動子	S P X O	V C X O	T C X O	O C X O	一 般 水 晶 振動子	M C F	Disc- rimi- nator	光學用 素子	sensor	Delay Line
器	○ 玩 具 무선조정완구, Game電卓, Game機, TV Game機										
	○ 各種家電機器 재봉틀, 電子레인지, 自動 洗濯機, 에어컨, 보안 시 스템, 카메라, 인터폰										

溫度 補償形 水晶 發振器로 온도에 민감한 변화를 갖는 써미스터와 補償回路에 의해 外部溫度에 관계없이 일정한 周波數를 출력시키는 것으로 Car Phone, 航法裝置, 宇宙 衛星 通信 裝置, 精密計測機 등에 이용된다.

③ VC-TCXO (Voltage Controlled-Temperature Compensated Crystal Oscillator)
전압 제어 온도 보상형 水晶 發振器로 주변 온도 변화에 관계없이 일정한 周波數를 가지며 출력 周波數를 變調할수 있으며 無線 電話機, 電子式 交換機 및 위성통신에 이용된다.

④ DTCXO (Digital Temperature Compensated Crystal Oscillator)
현재 使用되고 있는 Analog TCXO보다 안정된 出力 周波數를 얻을수 있는 DTCXO는 電氣通信과 Time Keeping 분야에 사용되고 있는데 국내에서는 현재 開發中에 있다.

⑤ OCXO (Oven Controlled Crystal Oscillator)
항온조 제어형 發振器로서 수정 진동자와 周邊回路 부품을 恒溫槽內에 수용하여 周波數輕視變化 특성이 매우 우수한 發振器로 精密計測機의 기준 주파수 發生用으로 이용된다.

3) 市場 現況과 展望

가. 海外 現況

水晶 應用 製品의 수요는 미국의 경우 '87년

1억 5,500백만 달러에서 '89년도에는 1억 7천 700백만 달러로 증가하고 있다. 유럽의 경우 주요 市場은 서독, 프랑스, 영국, 이탈리아순으로 增加 추세에 있으며 '89년도에는 2억달러로 나타나고 있다. 일본시장의 경우 '88년도에 5억 2,000만 달러로 연평균 15%의 높은 성장을 이루어가고 있다.

홍콩, 대만의 경우에도 應用製品의 생산 비중을 넓혀 나가고 있으며 東南아시아의 경우 낮은 인건비에 힘입어 저 부가가치製品이 생산되고 있는데 특히 中共의 경우 괄목할만한 成長을 하고 있다.

나. 國內 現況

電子工業의 拔速한 성장에 따라 水晶 應用製品은 지난 3年동안 3.5배의 신장을 이룩 하였으나 최근 水晶 業界는 원화절상, 노사분규, 고임금 등으로 어려움을 겪고 있다.

主要 輸出 對象國으로는 미국이 약60% 정도이며 유럽과 일본이 약 30%, 기타 中國, 싱가포르, 홍콩 등 東南 아시아 地域으로 점차 輸出이 증가하고 있다.

4) 向後 展望

持續的인 원화 절하, 정부의 景氣 浮揚策, 勞使紛糾의 원만한 해결에 따라 輸出 回復을 주도할 半導體, 컴퓨터 市場이 확대될 것으로 예상되어지며 水晶 應用 産業도 호전될 것으로 보여진다. 그러나 先進國들이 同製品의 生産을 인건비가 저렴한 開發國으로 점차 이전하고 있는 점을 감안할때 머지않아 이들 국가들과 國際市場에서의 價格 競爭이 심화 될 것으로 예상되어

水晶振動子の需給推移

단위:千개, (千달러)

구분		1985	1986	1987	1988
生産		54,472 (16,944)	82,723 (24,036)	148,688 (47,300)	198,798 (59,915)
輸出	直接	36,884 (11,140)	42,234 (12,268)	81,580 (33,686)	167,912 (48,220)
	間接	14,547 (4,514)	34,268 (9,540)	57,762 (18,627)	74,033 (22,509)
	計	51,431 (15,654)	76,502 (21,808)	139,342 (52,313)	241,945 (70,729)
内需		3,196 (1,208)	5,293 (1,986)	5,528 (2,466)	7,148 (2,939)

資料: 電子電氣工業統計(1985~1988)

지는바 이에 대한 長期的인 대책의 마련이 要望되는 상황이다.

3. 結 言

電子産業의 拔速한 성장에 따라 水晶 應用産業도 지속적인 成長을 해왔으나 技術的인 측면에서 均衡的인 발전이 이루어지지 않아 部品技術 水準이 완제품 개발을 뒷받침하지 못하는

실정으로서 사실상 技術 集約形 高附加價値 제품은 輸入에 의존하고 低附加價値 제품을 國內生産을 통해 해외로 輸出하고 있는 상황이다. 또한 基礎研究技術 개발, 品質管理 측면에서는 아직도 相對的으로 미흡한 실정이며, 특히, 素材技術, 檢査技術 및 生産自動化技術은 선진국에 비해 크게 뒤떨어져 있는 실정이다. 따라서, 향후 豫想되는 선진국과의 技術競爭, 拔速한 伸張을 하고 있는 開途國과의 價格競爭에서 優위를 확보하고 持續的인 성장을 이루기 위하여

- ① 素材 및 應用 部品の 국산화를 위한 國內業體間的 協助와
- ② R&D육성에 대한 政府의 政策的인 지원이 요청되며
- ③ 生産自動化를 통한 生産性 향상 및 Low Cost化
- ④ 製品의 多技能化에 따른 高附加價値化
- ⑤ 소형화 및 SMD化에 의한 部品の 高品質化가 要望되며 이의 원활한 수행을 위해 학계 및 연구기관과의 積極的인 협력 및 多角的인 노력이 병행되어야 할 것이다.

國內 水晶振動子 關聯業體의 R&D 投資 계획

(단위:百萬元)

구분	水晶振動子 生産業體							原資材 및 部品生産業體					
	A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	H社	I社	J社	K社	L社	
1989	750	300	500	500	200	-	-	-	1,000	100	-	-	
1990	900	200	1,000	300	350	-	-	-	-	150	-	-	
1991	1,050	500	1,500	400	450	-	-	-	500	200	-	-	

註) '-' 표는 投資계획이 없거나 設問에 무응답한 경우임.

資料: 實態調査

國內 水晶振動子 關聯業體의 增設投資 계획

(단위:百萬元)

구분	水晶振動子 生産業體							原資材 및 部品生産業體					
	A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	H社	I社	J社	K社	L社	
1989	420	1,000	1,000	500	200	-	-	-	-	50	-	-	
1990	550	1,000	1,500	300	100	-	-	-	300	100	-	-	
1991	670	1,500	2,000	400	50	-	-	-	-	150	-	-	

註) '-' 표는 投資계획이 없거나 設問에 무응답한 경우임.

資料: 實態調査