



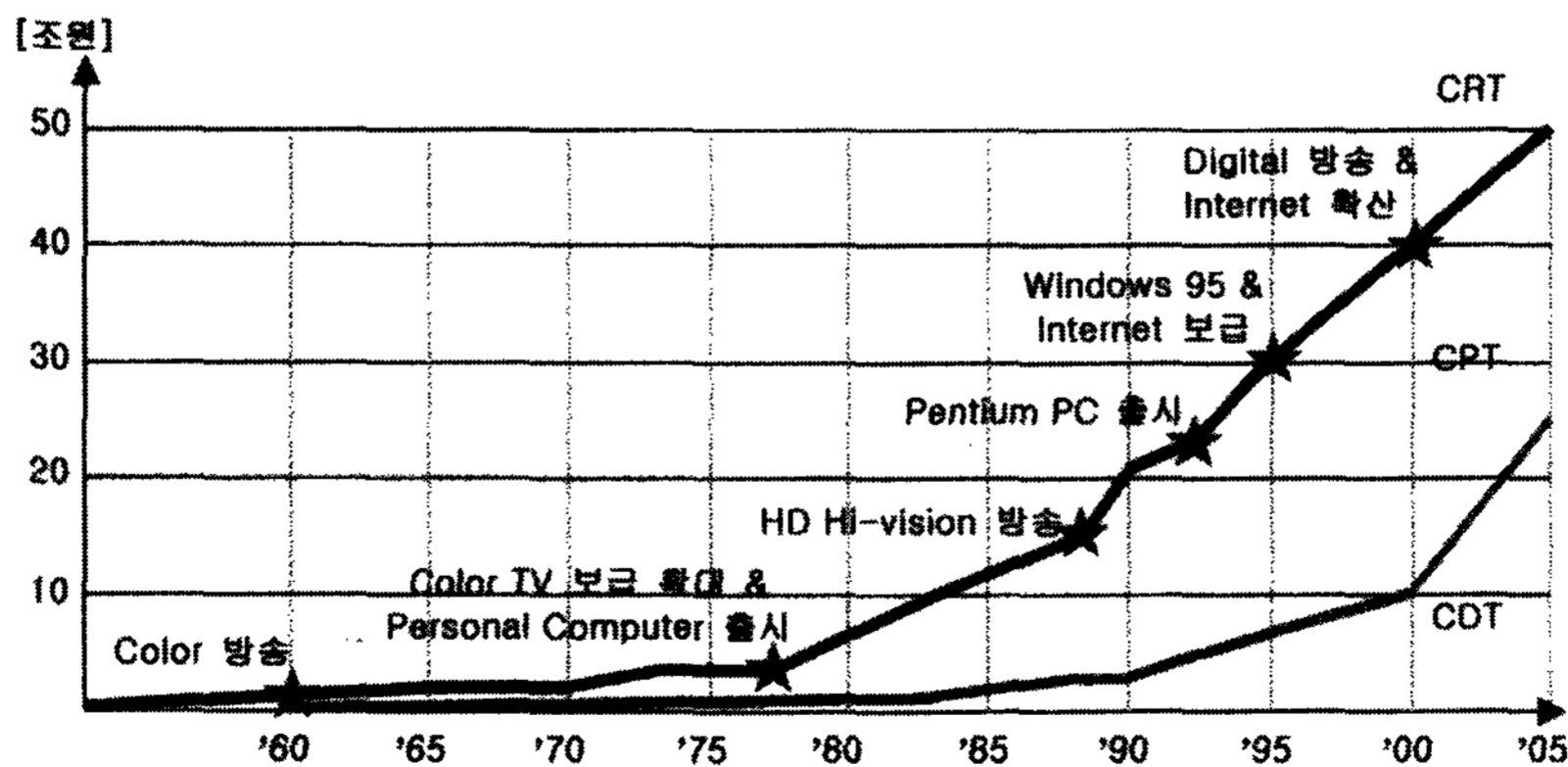
# CRT 시장과 기술, 그리고 향후 전망

한 수 덕 상무(LG. Philips Displays, Device연구소장)

정보 Display Device로서 각광받고 있는 CRT는 지금까지 꾸준한 기술발전과 TV 및 Desktop Computer 시장의 급격한 성장에 따라 시장 규모가 지속적으로 증가하여 왔다. 최근 TFT-LCD와 PDP로 대변되는 Flat Panel Display(FPD)와의 경쟁으로 CRT 시장이 쇠퇴하리라는 시각이 있으나, 이는 FPD 산업과 관련이 있는 관계자들의 희망사항으로 그칠 것으로 예측한다. 반면에 CRT는 완전 평면 CRT와 Slim CRT 같은 혁신적인 기술개발과 성능 혁신으로 FPD 대비 탁월한 가격대 성능비로 Display Device 시장을 계속 주도할 것으로 예상된다.

## I. CRT 시장전망

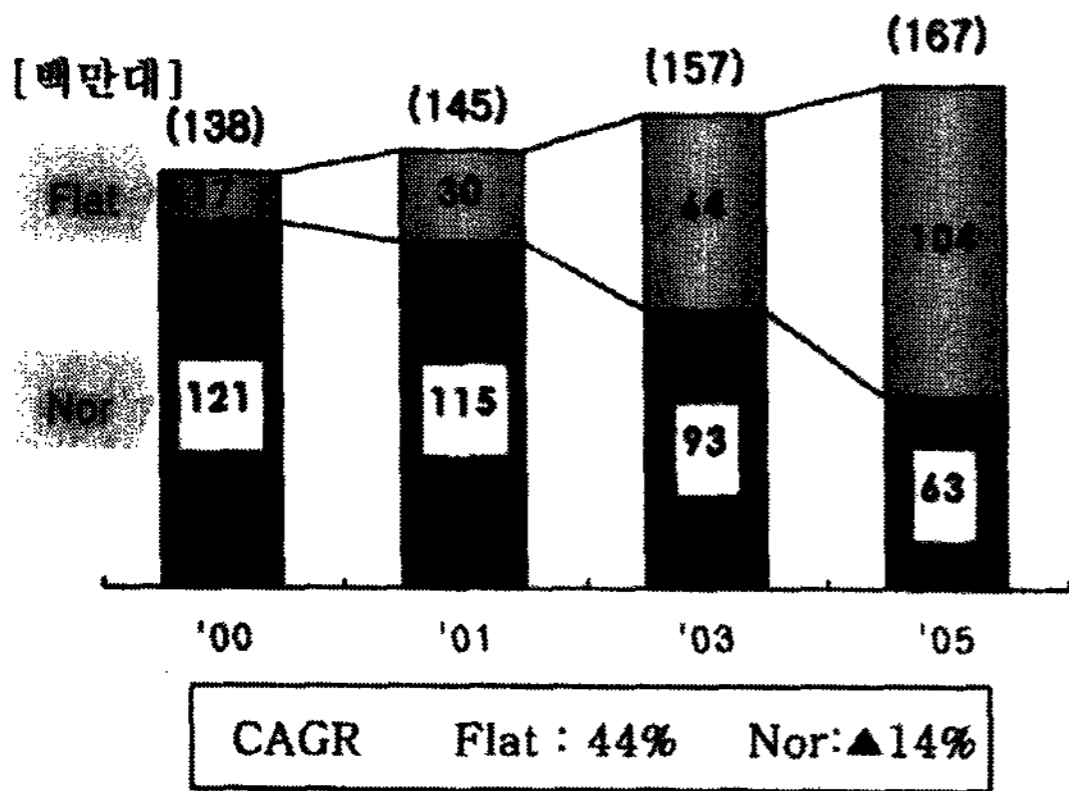
TV와 Desktop Computer용 Display 시장이 주요한 시장인 CRT는 <그림 1>에서 보는 바와 같이 세계적으로 1960년대 Color 방송의 개시, 1970년대 Color TV 보급확대, 1980년대 Personal Computer 보급 시작 및 1990년대 Internet 사용인구 확산 등에 힘입어 시장수요가 급격하게 증가하여 왔다. 이러한 추세는 Digital 방송의 시작과 중국, 인도 등의 신흥 개도국 시장의 성장으로 인한 Internet 사용인구 증가로 2001년 이후에도 계속 이어질 것으로 전망된다.



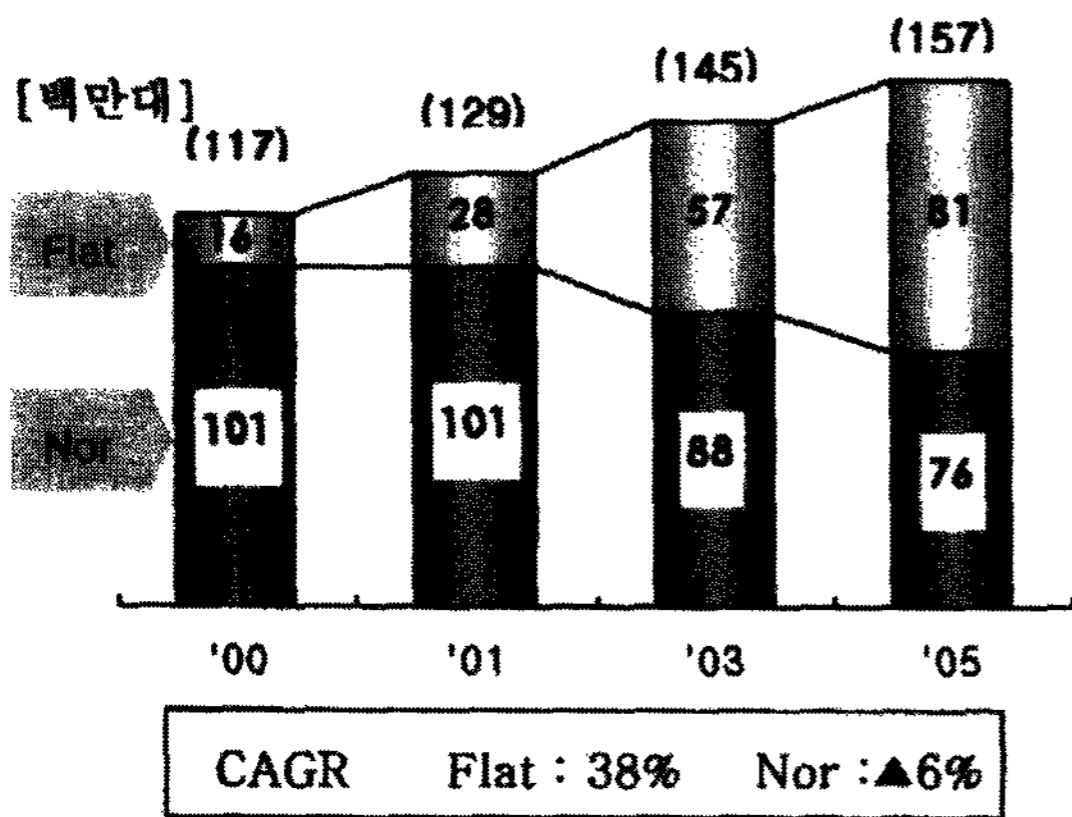
Source: Electronic Journal

50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	21C
• 흑백 CRT	• Color CRT	• Black Matrix	• Full Square	• Wide CRT	• Slim CRT
	• 회도류	• Screen	• Tube	• Flat CRT	• Energy Saving
	• 형광체	• In Line Gun	• Large Size	• High Resolution	• Cost Saving
		• 다단질속 Gun	CRT	• Wide Deflection	

<그림 1> CRT 발전과정과 전망



<그림 2> CPT 시장 수요



<그림 3> CDT 시장 수요

먼저 TV용 CRT인 CPT 시장수요는 향후 2005년까지 연평균 5%~6%의 성장률로 1억6천7백만대 수준에 도달할 것으로 예상된다. 최근 시장에 도입되어 시장이 급격히 성장하고 있는 Flat CPT의 비중은 연평균 44%의 성장률로 2001년 21%에서 2005년 62%까지 성장하여 연평균 14%로 역성장할 것으로 예측되는 Normal CPT 수요보다 더 커질 것으로 전망된다.

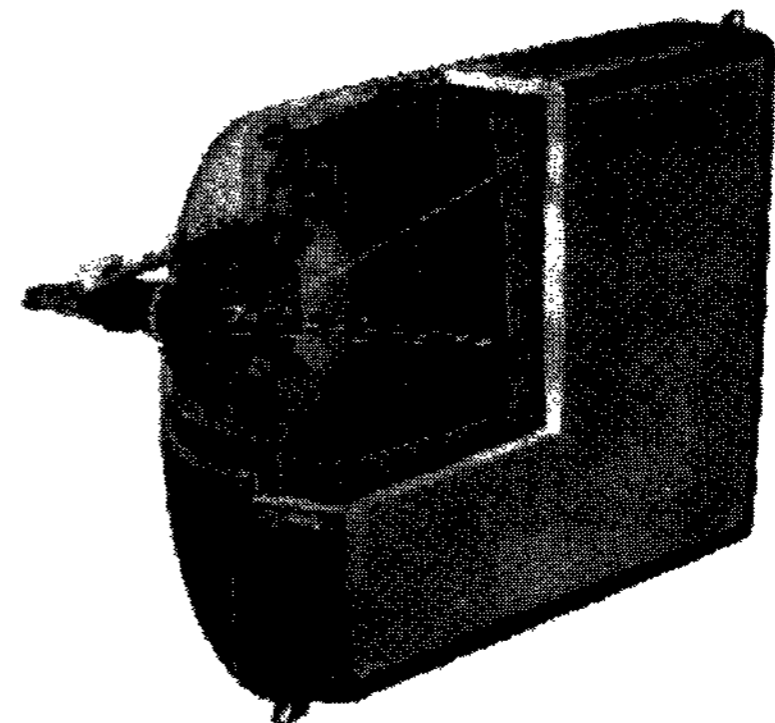
Desktop Computer용 CRT인 CDT에 대한 시장수요는 연평균 8%~9%의 성장률로 2005년 1억5천7백만대 수준에 도달하고, Flat CDT에 대한 비중이 2001년 22%에서 2005년 52%까지 증가할 것으로 예측된다. 반면에 Normal CDT는 연평균 ▲6% 정도로 역성장 할 것으로 전망된다.

이상과 같이 CRT는 성능의 우수성으로 인하여 지속적으로 시장이 확대될 것으로 전망이 되고 있다. 그러나, 최근 Desktop PC 시장 성장의 정체로 인한 CDT 시장의 저성장과 TFT-LCD에 의한 Desktop PC용 모니터 시장 잠식, PDP에 의한 대형 CPT 시장 잠식등과 같은 요인으로 CRT 시장이 쇠퇴기에 접어들 것으로 전망을 하고 있으나, Flat CRT와 Slim CRT 등 혁신적인 신기술의 개발과, Digital 방송이 본격적으로 시작됨에 따른 Digital TV용 CPT 수요 창출과 Emerging 시장에서 Internet의 급속한 보급에 의한 CDT 수요 증대로 인하여 Dominant Display Device로서의 지위를 계속 유지할 것으로 예측된다.

## II. CRT 구조

<그림 4>와 같이 전자를 방출하고 전자빔을 스크린상에 집속(Focusing)시켜 Spot 모양의 화소를 형성하도록 하는 전자총, 자계를 형성하여 전자총에서 방출된 전자빔을 수평과 수직으로 편향하는 Deflection Yoke, 색선별 전극역할로 하나의 구멍에 R, G, B 세개의 전자빔을 통과시키는 Shadow Mask, 그리고 전자빔이 3원색광을 발광할 수 있도록 스크린에 도포되는 형광체 등으로 구성되는 CRT는 작동원리나 사용 부품적인 측면에서 FPD 대비하여 단순하다.

이와 같이 단순한 구조를 가진 CRT는 저렴한



<그림 4> CRT 내부 구조

원가로 제품을 제작할 수 있고, 반영구적으로 사용할 수 있을 정도로 신뢰성이 우수하다. 또한, 응답시간이 빨라 동화상 구현이 자연스러우며 고해상 작업에 적합한 장점이 있다.

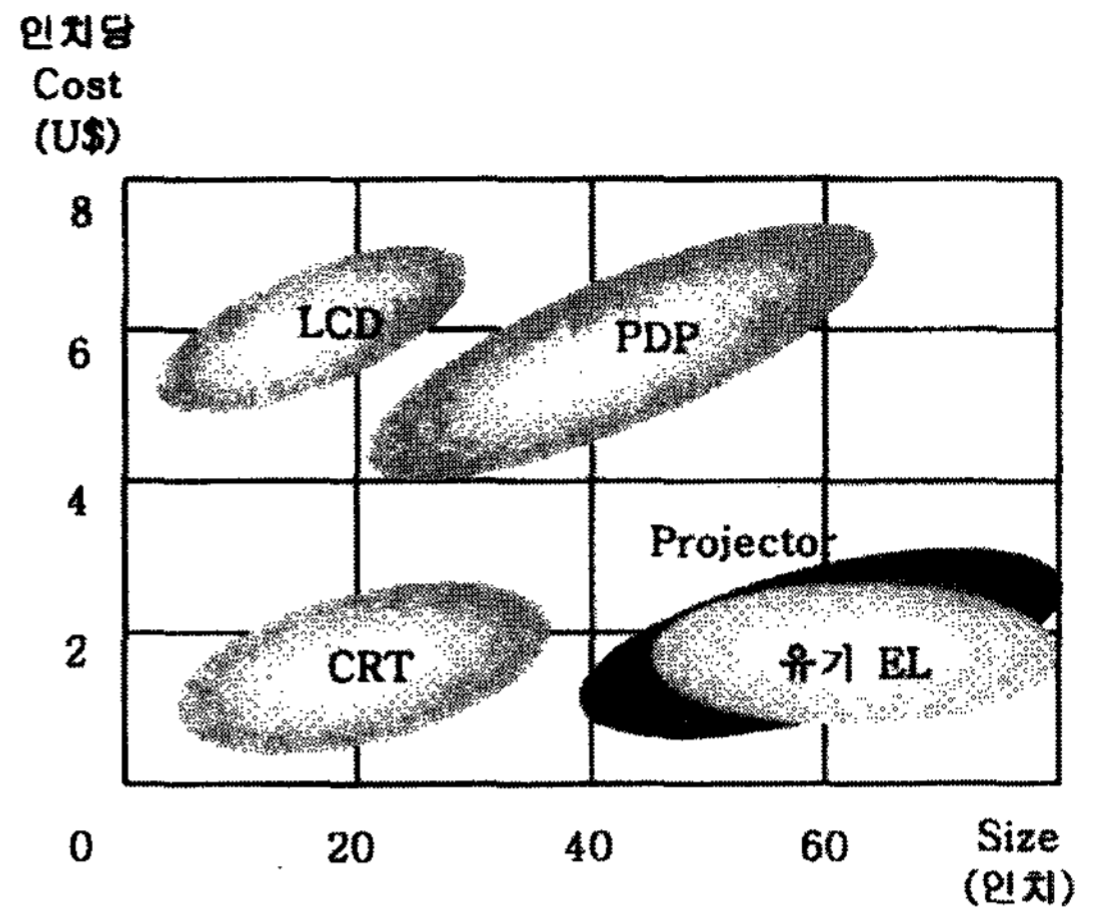
### III. CRT 기술의 우수성

역사적으로 CRT는 100여년전 K. Braun에 의해 개발된 이래 끊임없이 성능향상, Depth 저감과 제조원가를 줄이는 방향으로 기술발전이 이루어져 왔다.

이와 같은 기술 중 혁신적인 것들은 Full Color를 실현한 Shadow Mask 개발, 자연스러운 색상 구현을 위한 희토류 형광체 개발, Contrast 향상을 위한 Black Matrix 스크린 개발, 고해상 구현이 가능하도록 전자빔의 집속도를 높인 In-line Type Gun 개발, 해상도를 높일 수 있는 Saddle-Saddle Type DY 개발, CRT Panel 평면도를 높인 측면에서 FST (Full Square Tube), 그리고 마지막으로, 내/외면 완전평면 기술 등을 들 수 있다. 이러한 기술들은 CRT 산업의 성장에 큰 영향을 미쳤고, 향후에도 CRT 시장이 성장하는데 영향을 미칠 것으로 예측된다.

FPD와 대비하여 CRT는 고 진공을 요구하고, 높은 전압을 요구하며, Bulky한 구조로 Depth가 길다는 단점이 있으나, 넓은 온도범위에서 신뢰성있는 동작이 가능하며, 색 재현성이 우수하며, 어느 시야각에서도 볼 수 있는 광시야각을 보장하며, 반응시간이 짧으며, 저렴한 부품으로 생산이 가능한 Cost 경쟁력 측면의 장점이 있다. CRT는 <그림 5>와 같이 대부분의 제품에서 인치당 \$2 이하에서 생산이 가능한 반면, LCD나 PDP는 2005년이 되어도 인치당 \$6 이상의 원가가 소요되어 Cost적인 측면에서 불리하다.

특히, 최근 Desktop PC용 모니터시장과 TV용 Display 시장에 진출하여 CRT와 경쟁하고 있는 TFT-LCD와 화질적인 측면에서 비교하면 CRT는 색재현성, 색온도, 응답성, 잔상, 균일성 및 점결점 등의 항목에서 우수하고, LCD는 휘도



<그림 5> Display Device별 제조 Cost Source :  
Nikkei Microdevice, July, 2001

나 Contrast 등의 항목에서 우위에 있는 것으로 나타났다. 하지만, Peak 휘도치를 비교하면 CRT가  $800\text{cd/m}^2$  이상인데 반해 LCD는  $500\text{cd/m}^2$ 으로 CRT가 높다. 그리고, CRT는 소비자들의 요구수준에 맞게 휘도와 Contrast를 조절하여 구현할 수 있는 최대 성능보다 낮게 제품을 출하하고 있으며 기존에 개발된 기술인 고전류 Cathode 채용과 Inner Filter의 채용을 통하여 휘도 및 Contrast를 높일 수 있는 여지가 많이 남아있으나, LCD는 휘도를 높이기 위해서는 많은 수의 Backlight를 채용해야 하므로 소비전력이 높아질 수 밖에 없다.

기술적인 측면에서 비교를 하면 첫번째, TFT-LCD가 하나의 제품이 완성되는데 1~2주 정도의 시간이 소요되는데 반해 CRT는 16시간이면 제품이 생산되므로 Tact Time의 차이에서 Cost는 큰 차이를 나타낼 수 밖에 없다. 두번째, CRT는 제품 설계시 Glass의 안전에 대하여 충격실험을 통하여 크게 유의하고 있으나 TFT-LCD는 얇은 Glass 사이에 액정을 채운 구조로 깨어지기 쉽다는 단점이 있다. 이는 향후 실용상의 큰 문제로 대두될 가능성이 있다. 세번째, TFT-LCD는 반응 속도적인 측면에서 최근 빠른 응답속도를 가진 액정의 개발을 통하여 반응속도가 빨라지고 있으나 외부 온도에 의해 응답

속도가 변하기 때문에 저온에서 반응시간이 느려진다.

네번째, 환경적인 측면에서 액정의 유해성을 들 수 있다. 액정은 근본원료가 독성을 가지고 있어 파손시 인체에 매우 유해하다. 다섯번째, TFT-LCD는 고해상, 대화면으로 진행될수록 생산 Yield가 급격하게 낮아져 Cost를 낮추기 어렵다는 단점이 있다.

이상과 같이 TFT-LCD는 성능과 기술적 측면의 한계로 TV와 Desktop Computer용 Display 시장에서 CRT 시장을 크게 잠식하지 못할 것으로 전망된다.

#### IV. CRT의 기술과제

고객의 Display Device에 대한 Needs는 다음과 같은 방향으로 정의할 수 있다. 첫번째가 높은 휘도, 문자의 선명도, 깨끗한 화면과 화려한 색으로 대변되는 고화질 영상의 추구를 들 수 있다. 두번째는 화면 Size가 큰 것을 좋아하는 대화면의 추구이다. 세번째는 소비전력 절감과 환경에 유해한 재료의 사용을 줄인 제품의 선호를 들 수 있다. 마지막으로, 제품의 가격이 낮은 것

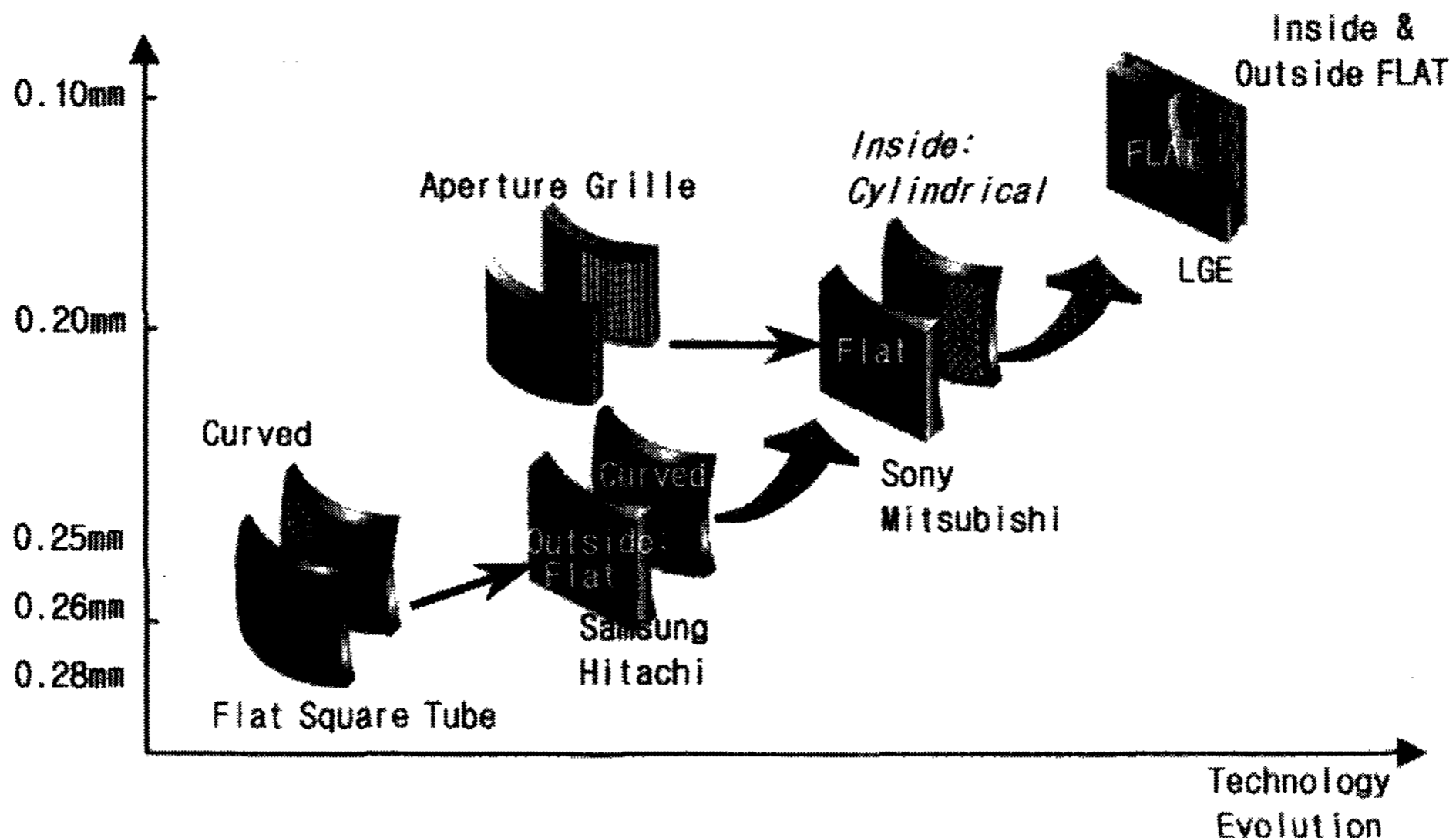
을 선호한다는 점이다.

이에 대응한 CRT의 기술 Trends는 고해상도, 고휘도, 대화면화, 소비전력 저감, Depth와 중량의 저감과 Cost 절감을 추구하는 방향으로 나아가고 있다.

이와 같은 기술발전 Trends는 기술적 과제를 수반하는데 고해상도 추구는 CRT의 주요부품인 Shadow Mask Pitch 축소, 고집속 전자총 개발, 고해상 대응 DY 개발이 필요하며 휘도, Contrast와 색 재현범위의 향상은 고전류 Cathode 개발, 전자빔의 Mask 투과율 향상과 고발광효율 형광체의 개발을 필요로 한다. Depth와 중량 저감은 광편향 DY 기술과 경량/고강도 Glass 개발이 필요하다. 소비전력 저감은 DY 편향감도 향상 기술이 필요하다. 또한 원가절감은 신공정 기술과 주요 부품의 대체 재료개발이 필요하다.

#### V. 기술과제 극복과 발전방향

Shadow Mask Pitch축소를 통한 고해상도 기술의 발전은 <그림 6>과 같이 나타낼 수 있는데, FST Type과 외면평면 내면곡면 Type (DynaFlat)은 수평 Pitch 0.25mm 구현이 가



<그림 6> CRT의 고해상도에 따른 Flat화 추이

능하며, 외면평면 내면Cylindrical Type(FD Trinitron)은 수평 Pitch 0.20mm 구현이 가능하다.

내/외면 완전평면인 Flatron의 경우는 Mask 두께가 0.025mm로 얇아 수평 Pitch 0.10mm 까지 줄일 수 있어 QXGA급(2048×1536)이상으로 해상도를 높일 수 있는 장점이 있다. 이와 같은 고해상도 측면에서 Flat CRT의 분류는 외면 평면 내면 곡면 Type을 제1세대, 외면 평면 내면 Cylindrical Type이 제2세대, 그리고 내/외면 완전평면 Type을 제3세대라 할 수 있다.

CRT의 가장 큰 결점인 Bulky한 구조와 무게도 Slim화 기술개발로 극복이 가능하다. 현재까지 개발된 기술로 구현할 수 있는 DY의 편향각은 120도가 한계이지만, 최근 개발된 Transposed Scan원리를 이용한 DY 기술은 130도 편향을 가능하게 해 준다. Transposed Scan 기술은 기존의 수평주사 방식을 수직주사 방식으로 화면을 구현하는 기술로 DY의 편향각을 확대할 수 있다. 궁극적으로는 향후 초박형의 Depth를 가지는 CRT가 출현하여 선명한 화질과 저렴한 가격으로 고객들이 제품을 사용할 수 있는 기술이 개발되어 FPD의 경쟁을 극복할 수 있으리라 전망한다.

CRT Cost를 더욱 줄일 수 있는 기술도 지속적으로 개발되고 있다. 첫번째로, 신공정의 개발

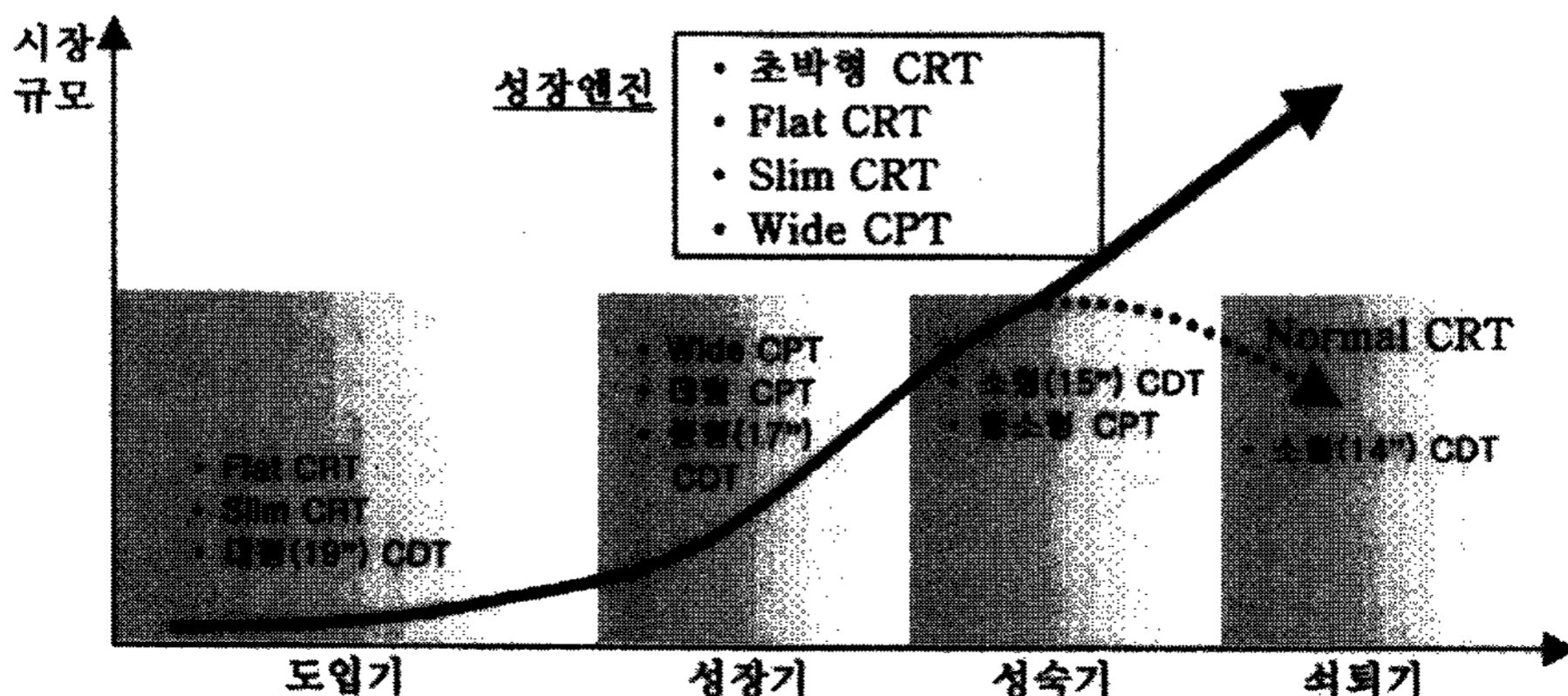
이다. 현재 기존의 공정을 없앨 수 있는 기술이 개발되고 있다. 두번째로, 주요한 부품의 신재료를 이용한 대체와 좀 더 나아가 부품을 없앨 수 있는 기술의 개발이다. 예를 들면, Shadow Mask는 기존에 개발된 기술인 Beam Index 방식을 적용하면 사용하지 않아도 된다.

### VI. 향후 전망

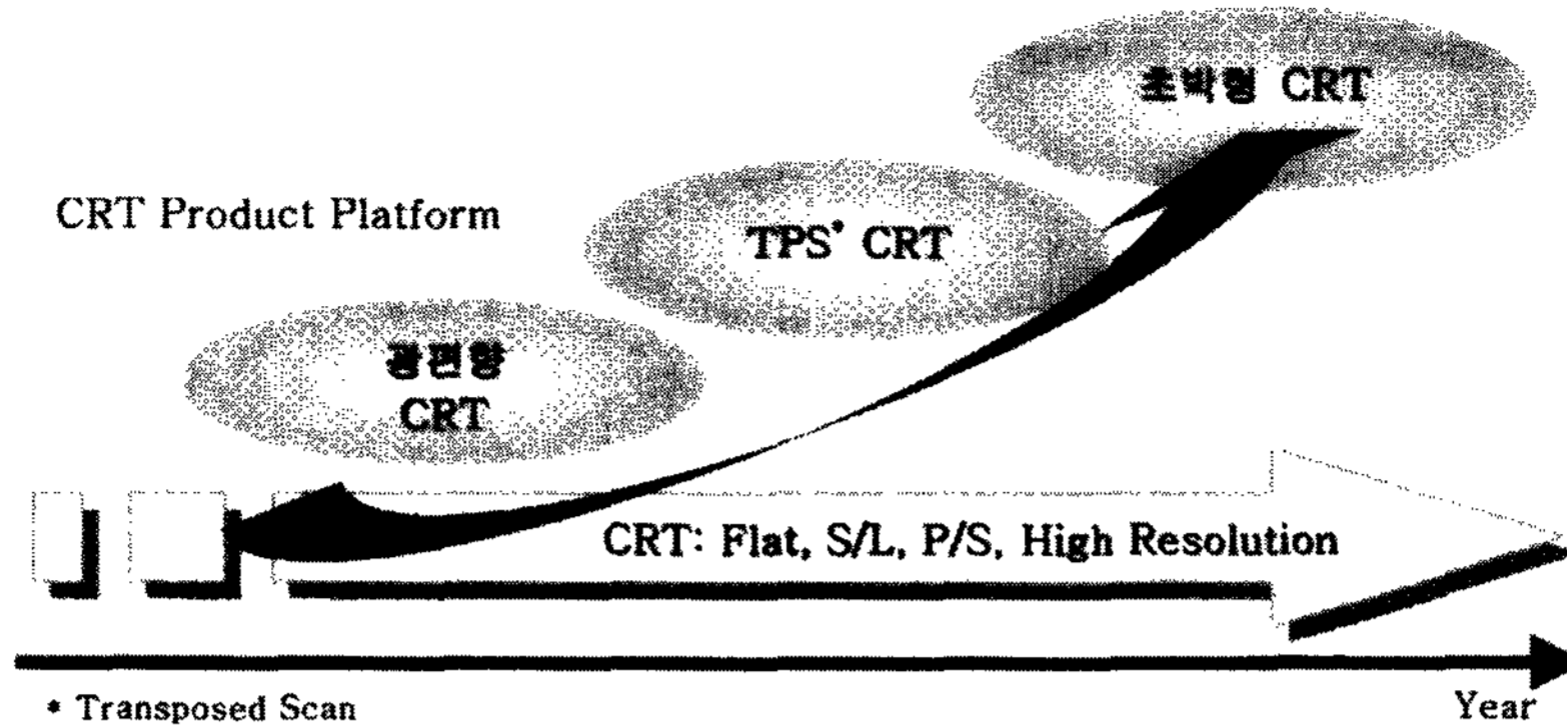
Product Life Cycle 관점에서 CRT 제품이 성숙기에 위치해 있고 기술발전의 한계에 접어들고 있다는 인식으로 머지 않아 쇠퇴기에 접어들 것이라는 견해가 많이 있으나, <그림 7>에서 보는 바와 같이 이는 내/외면이 곡면인 Normal Type CRT로 한정될 것으로 예측된다. 지속적인 성장을 위한 새로운 성장엔진으로는 Flat CRT, Slim CRT 및 Wide CRT 제품을 들 수 있으며 현재 도입기나 성장기에 있는 이들 제품이 모두 성장기에 진입하면 CRT 시장수요가 지속적으로 창출될 것이다.

또한, 신기술에 기반을 둔 초박형의 Depth를 가진 새로운 Type의 초박형 CRT 제품 개발이 이루어지고 시장에 도입된다면 CRT 제품은 시장이 축소되는 쇠퇴기가 아니라 여전히 성장기에서 시장 성장이 계속될 것이다.

이와 같은 관점의 연장선상에서 <그림 8>과 같이 CRT기술은 광편향 CRT, TPS CRT, 그리



<그림 7> CRT Product Life Cycle 및 성장엔진



〈그림 8〉 향후 CRT Platform Trends

고 초박형 CRT 제품으로 Platform이 발전할 것으로 예상되므로 CRT는 진공기술을 Base로 한 Display Device로 변화하면서 끊임없는 발전을 거듭할 것으로 예측된다. 따라서, CRT와 같은 진공 기술 Base의 Display Device는 저렴한 Cost, 선명한 화질과 높은 생산성의 장점을 가지고 향후에도 탁월한 가격대 성능비로 Display Device 시장을 주도할 것으로 전망한다.

참 고 문 헌

(1) ETRI, "IT환경변화에 따른 DT산업 발전

방향, DT 워크샵, pp.7~27, 2001

(2) SRI, "전 세계 TV 시장 전망(~2010년)", DT 워크샵, pp.193~235, 2001

(3) Samsung SDI, "CRT 기술 및 시장전망", DT 워크샵, pp.29~65, 2001

(4) SRI, "Flat Panel Display Market Forecast", 2001 IMID Seminar

(5) 김진관, "Why do an industry road-map?", 2001 IMID Seminar

(6) 정성은, "액정모니터의 기술, 장단점 분석 및 시장전망", 한국정보디스플레이학회지, 제2권 1호 (2001년 2월)