

플라즈마 표면개질 열교환기

LG전자(주)
河三喆 연구소장

I. 기술의 개요

플라즈마란 이온화된 기체를 지칭하며, 기체가 수만도 이상의 고온이 되면서 만들어지기 시작하고, 보통의 기체와는 매우 다른 독특한 성질을 갖기 때문에 물질의 제 4의 상태라 하기도 한다.

지구상에서는 물질의 대부분이 고체, 액체, 기체의 상태로 존재하고 자연적으로 존재하는 플라즈마는 매우 드물며, 전기아크, 번개, 네온사인 등이 주위에서 볼 수 있는 플라즈마이나, 지표를 떠나 우주 공간으로 나가면서 만나게 되는 전리층, 태양에서 불어오는 태양풍 등이 플라즈마 상태에 있다고 알려져 있다.

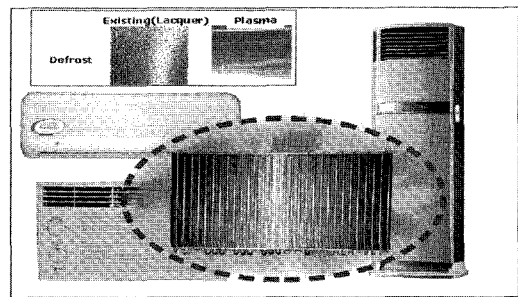
플라즈마는 열적으로 매우 고온의 성질을 갖고, 따라서 전자, 이온, 여기(勵起)된 원자 및 분자, 화학적으로 매우 활성이 강한 라디칼(radical)로 구성되며, 전기적이나 열적으로 보통의 기체와는 매우 다른 성질을 갖는데, 이러한 성질을 이용하여 여러 산업 분야에 응용되고 있다.

대표적으로 신물질의 합성 및 표면개질분야, 초미세 가공, 조명 및 정보 표시 장치(PDP, Plasma Display panel) 분야에 이용되고 있다.

플라즈마에 의한 표면 개질 기술은 어떤 물질에 물리/화학적인 작용을 통해 새로운 특성을 가지는 재료를 만들어 내는 것으로 특히, 친수성 표

면 개질이란 재료의 표면과 물과의 작용에 대한 인위적 특성 부여가 가능한 것으로 에어컨, 냉장고, 자동차용 Cooler 등 열전달 시스템용으로 사용되는 열교환기의 표면에 이 기술을 적용할 경우 응축수를 잘 흐르게 하여, 떨어지도록 함으로써 열 교환 효율을 향상시킬 수 있고, 또한 일반 안경 유리에 친수성 표면처리를 할 경우 유리에 묻은 물기를 보다 빠르게 제거함

으로써 활동의 편리성을 높일 수 있게 되는 등 다양한 분야에 응용도 가능하다.



(그림 1) Plasma열교환기가 채용된 LG전자 에어컨

LG전자는 에어컨용 열교환기의 표면을 개질한 플라즈마 열교환기를 세계최초로 상용화, 양산화에 성공함으로써 세계 에어컨 시장 판도를 바꾸게 될 핵심 요소기술을 확보함으로써 2000, 2001년 2년 연속 판매부분 세계 1위 달성했을 뿐만 아니라 에어컨 분야의 Global Top 1 달성의

교두보를 마련하게 되었다. 또한, 이 기술을 냉장고 등 타제품에도 적용함으로써 기술 파급화에 따른 Technology & Product Leadership을 확보하였다.

II. 개발과정

1) 개발동기 및 배경

에어컨 보급율의 급격한 증가와 더불어 효율이 향상된 제품개발이 지속적으로 요구되고 있다. 그 중에서도 에어컨의 핵심 기술중 하나인 열교환기의 기술개발은 전세계 에어컨 메이커가 박차를 가하고 있다.

에어컨의 실내기에 사용하는 열교환기의 핀재는 대부분 알루미늄으로 구성되어 있으며, 또한 고성능화를 위해서 핀 표면적을 확보해야 하기 때문에 핀과 핀 사이의 간격을 1~2mm 정도로 좁아지게 하고 있다. 에어컨의 냉방 운전시에는 응축수가 물방울 모양이 되어 핀표면에 부착하고, 핀과 핀의 좁은 간격으로 인해 응축수가 브리지(Bridge) 되어 체류하기 때문에, 이것에 의한 통풍저항의 증대나 소음레벨이 올라가게 되는 원인이 된다.

이 때문에 핀에는 응축수에 의한 부식을 막기 위하여 내식성을 요구하고 있고, 또한 응축수가 핀표면에 완전히 흘러내릴 수 있도록 친수성도 요구되어 지고 있다. 따라서 열교환기의 핀재에는 내식성, 친수성을 갖도록 표면 처리를 하고 있으며, 대표적으로 용해성 친수처리재로써 표면 처리된 친수성핀(PCM, Pre-coated Fin)을 사용하고 있다.

그러나 친수성 도료의 성분은 물에 용해되기 쉬운 성분으로 되어 있어 이것을 적용한 에어컨은 사용 중 응축수에 의해 용해되어 흘러내리기 때문에 초기의 친수 성능을 그대로 유지하지 못

하고 사용 시간이 증가함에 따라 성능이 떨어지게 된다. 또한 열교환기 핀 사이에 형성된 응축수 Bridge로 인해 송풍량과 열교환 면적이 떨어져 냉방능력의 저하나 소비 전력이 증가할 뿐만 아니라, 세균 번식, 냄새 발생의 잠재 원인이 되었으며, 게다가 사용자가 사용할수록 전기료 등의 부담이 가중되는 요인이 되었다.

이는 사람이 나이가 들면서 늙어지는 현상과 비슷하며 시간에 따른 친수 성능 저하, 즉 Aging 현상이라고 부른다.

본 기술개발의 연구 팀장이었던 하삼철 박사는 지금으로부터 6년 전에 KIST에서 발표한 이온빔에 의한 친수 코팅 기술에 가능성이 있을 수 있다는 판단 하에 KIST와의 산학 협동을 통해 해결책을 찾기 위한 연구를 시작하게 되었다.

그러나, KIST의 이온빔에 의한 친수 코팅은 고분자나 세라믹에는 효과가 있었지만, 금속은 그렇지 않았다. 즉, 고분자등에는 효과가 있는 이온빔 친수 코팅 기술이 금속에는 전혀 효과가 없는 것으로 나타났다.

이를 극복하기 위한 갖은 노력 끝에 LG전자와 KIST는 DC 고전압 방전에 의한 플라즈마 표면 처리에 의하여 물을 뿌려도 물방울이 맺히지 않고 그냥 흘러내리게 하는 본 기술을 개발하였으며, LG전자는 드디어 양산화 및 상품화에 성공하게 되었다.

2) 발명자의 공헌도

현재 LG전자의 디지털어플라이언스 사업본부 본부연구소장인 하삼철 박사는 당시 연구 개발 팀장으로써, KIST 연구실에서 진행되던 연구결과가 산업현장에 활짝 꽃을 피우게 하는데 결정적인 기여를 하였으며, 그 기술이 지속적으로 발전하여 세계적인 기업들을 Leading하는 기술로 심화 시키고 있는데 앞장서고 있다.

하삼철 연구소장은 미국 Rensselaer Polytechnic Institute(N.Y. USA)에서 공학박사학위를 수여(1992년 8월)받았으며, 1995.8~1996.5까지 미국의 General Electric Co.의 Corporate Research Lab에서 초청연구원으로 연구 활동을 하였으며, 부산대학교 기계공학부 기계공학부에서 국책대학 겸임교수(1996.6~1997.2)와 창원대학교의 기계공학부의 국책대학 겸임교수(1998.9~1998.12)를 맡은 바도 있다.

또한, 본 기술은 냉동 공조 분야의 국내 최고 권위를 가진 대한설비공학회에서 본 기술의 개발 및 양산화에 대해 높이 평가하여 2000년 기술상을 수여하였으며, 과학기술부 장관으로부터 장영

실상과 KT Mark를 각각 수상하였다. 또한 International Conference on heat exchangers(Portugal)에서 Best Poster Award 수상하였고, 해외 8건(국제학회발표:4건, 논문게재:4건), 국내 13건(논문게재:3건, 국내학술발표:10건)의 논문을 발표 또는 게재하였다.

3) 기술 동향 파악

(1) 특허조사

DC고전압 방전에 의한 금속 표면의 플라즈마 개질 기술의 개발을 위한 계획 수립과 함께 신기술 동향 분석과 선행특허 조사를 위하여 LG전자

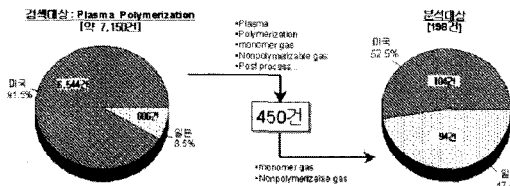
<표 1> 본기술관련 수상 실적

순번	수상 년도	수상내용	제 목	기 관
1	1998년	Best Poster Award	Condensate Drainage Characteristics of Plate Fin and Tube Heat Exchanger	International Conference on heat exchangers(Portugal)
2	2000년	기술상	Plasma 친수 표면 개질 열교환기 개발	한국 공기조화냉동공학회 (현 대한설비공학회)
3	2000년	IR52 장영실상	Plasma 친수표면개질 열교환기	과학기술부 장관
4	2000년	KT Mark	Plasma 증합을 이용한 표면개질기술	과학기술부 장관

<표 2> 본기술관련 주요 논문 발표 현황

순번	제 목	게재/발표지	년도	작성자/발표자	비고
1	Condensation characteristics of the Fin-and-Tube Heat Exchanger Having Different Hydrophilicity	International Conference on Multiphase Flow 2001, New Orleans, USA	2000.12	신종민, 하삼철	국제학회 발표
2	경시변화 없는 플라즈마 열교환기 개발	대한설비공학회	2001.07	이현욱*, 하삼철	국제학회발표
3	Water Hold-up and Contact Angles for Fin-and-Tube Heat Exchangers with Different Surface Characteristics	ICMF-2001 @ New Orleans, USA	2001.05	신종민, 이남교, 한성주, 하삼철	국제학회발표
4	The effect of Hydrophilicity on Condensation over Various types of Fin-and-Tube Heat Exchangers	International Journal of Refrigeration	2001.08	신종민, 하삼철	SCI 논문지 게재 확정
5	Frost Formation and Its Density Behavior on Various Surfaces	ASME IMECE 2001 @ New york, USA	2001.11	김철현, 신종민, Alexei Tikhonov, 하삼철, 최봉준	국제학회발표

의 특허팀과 특허법률사무소의 변리사의 협조로 국내외 선행 특허 조사를 실시하였으며, 또한 신기술 동향 파악을 위하여 플라즈마 표면 개질에 관한 해외 유수의 논문을 입수 분석하였다.



(그림 2) Plasma Polymerization 관련 특허조사결과]

(그림 2)는 Plasma Polymerization 관련 특허 조사 결과를 보이는 것으로, 총 7,150건을 대상으로 상세 검색을 통하여 약 450건으로 압축하였고, 이중 가스혼합비 관련 기술 등을 포함하는 특허 198건을 입수하여 기술 동향을 파악하였다.

(2) 기술동향분석

분석대상이었던 198건을 용도와 목적별로 각각 분류해 본 결과, 대부분의 특허는 세라믹 또는 고분자 재료에 접착력 또는 내식성 등의 특성을 부여하는데 이용되고 있었으며, 이중 열교환기 핀을 포함한 금속재에 친수성 또는 소수성을 부여하기 위한 특허는 거의 없었다.

4) 연구 개발 계획 수립

(1) 추진조직

LG전자의 플라즈마 친수 표면 개질 열교환기는 KIST와 공동으로 플라즈마 기술 개발에 총 4년 가까운 기간에 70억원의 연구 개발비를 투입, 연구에서 생산의 전 분야에 걸쳐 관련된 49명의 개발 인력이 이루어 놓은 성과이다.

개발팀은 팀장인 하삼철 박사 산하에 친수성의

성능을 향상시키기 위한 플라즈마 처리 조건을 개발하는 공정개발그룹과 품질 평가 방법을 정립하기 위한 성능평가그룹, 플라즈마 처리를 연속적으로 수행할 수 있는 양산 설비를 개발하기 위한 설비/금형개발그룹, 플라즈마 처리된 열교환기를 에어컨과 matching시키는 제품개발그룹으로 구성하여 추진하였다.

또한, 한국과학기술원(KIST)는 플라즈마 표면 개질에 관한 기본 아이디어를 제공하고 개발 과정에서 기술적 지원을 함으로써, KIST개원 이래 KIST보유의 원천 특허 기술을 『産研 공동연구』에 의해 산업체 상용화까지 성공한 사례를 남기게 되었다.

(2) 개발계획

플라즈마 표면개질기술은 크게 2단계로 나누어 추진되었는데, 1998년 11월까지의 플라즈마에 의해 금속(알루미늄) 표면에 Plasma Polymerization을 시켜 친수성을 갖게 하는 기술을 개발하는 1단계와 1999년 10월까지의 생산성 향상을 위하여 플라즈마의 연속 처리를 위한 양산기술을 개발하는 2단계로 구분된다.

III. 권리화 과정

1) 국내의 특허출원 및 등록현황

연구과정에서 monomer gas와 non-polymerization gas 전체에 대하여 상기 non-polymerization gas의 비율을 50%~90% 범위내에서 조절하게 되면 금속 시료의 표면이 일정한 친수성을 갖게 된다는 결과를 얻었으며, 플라즈마 방전을 이용하여 금속시료를 Anode로 하여 고전압 방전을 하게 될 경우 금속 표면을 반영구적으로 개질시키기는 것이 가능함을 알게 되었다.

이러한 결과를 토대로 KIST와 공동으로 국제 특허출원을 하게 되었으며, 플라즈마를 이용한 금속의 표면개질기술과 관련하여 94건의 특허를 직접 개발 또는 개발 지원하였으며 이중 27건을 직접 개발하였고, 10건의 핵심기술들을 총 42개 국가에 해외 출원하였다.

2) 권리화 진척도

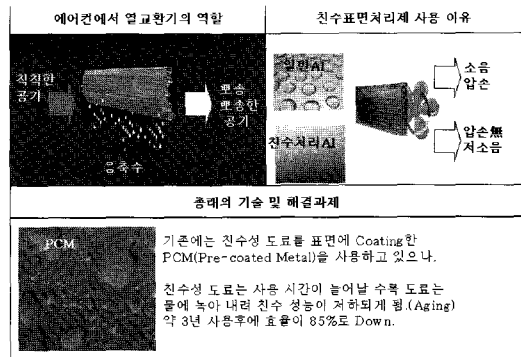
한국 출원 건 2건이 2001년 12월 26일자로 등록되었고, 해외출원은 모두 10건을 PCT(Patent Cooperation Treaty)를 통해 출원하여 현재 미국, 중국, 일본, EP등의 총 42개 국가에 국내단계(National phase)진입한 상태이다.

IV. 기술성

1) 독창성과 개량성

열교환기는 에어컨 성능에 약 50%의 영향을 미치는 핵심 부품이다. 에어컨 실내기의 열교환기는 공기의 노점온도 보다 Fin 표면 온도가 내려가게 되면 공기 중의 수분이 응축되어 Fin 표면에 맺히게 된다. 일반적인 Coating 되지 않은 알루미늄 Fin 또는 친수성 도료를 표면에 Coating한 PCM(Pre-coated Metal) 표면은 수분이 Fin 사이에서 응축되어 큰 방울을 형성하며 Bridge를 형성하여 공기의 흐름 방해, 소음, 공기 동력의 증가(소비 전력의 증가) 및 냉방/난방 능력의 저하, 소비전력의 증가, 잔류된 응축수에 의한 세균의 번식, 냄새 발생의 잠재 원인이 된다.

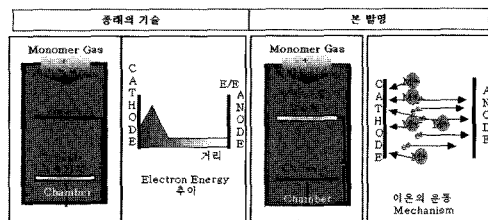
연구 개발 팀장인 하삼철 박사는 금속 표면에 물과 친화성이 있는 고분자를 Plasma Polymerization시켜 No Aging 실현하였으며 Moving 상태의 연속 Plasma Polymerization의 양산 기술 개발하였다. Plasma Polymerization은 전통적으



(그림 3) 에어컨에서의 열교환기 역할 및 중래기술의 문제점

로 Electron Energy가 Cathode(-)측으로 갈수록 크기 때문에 Cathode측에서 증착을 해야 한다고 알려져 왔고 따라서, 세라믹, 고분자, 금속에 관계없이 항상 Cathode측에 위치시켜 플라즈마 처리 하였으나, 금속기재에 있어서는 표면의 polymer분자간 결합이 끊어져 Polymer층이 사라지는 현상이 나타났다.

본 발명자는 플라즈마 방전시 에너지에 의해 monomer gas로부터 전자가 튀쳐나오면서 플라즈마 영역에서 상기 가스가 이온화되는데, 이때 비교적 질량이 작은 전자는 anode 측으로 비교적 질량이 큰 monomer gas 이온(M+)들이 cathode측으로 충돌한다는 것에 착안하여 폴리머 구조가 Cathode측 보다는 anode측이 미세한 구조로 결합할 것을 예측하였고, 금속기재를 anode로 하고, Gas비율 등을 조절하여 실험함으로써 이러한 문제를 해결하게 되었다.



(그림 4) 중래기술 및 본 발명의 비교

2) 독점력

본 기술은 개발 성과가 발표된 이후 국내 관련 업계에서 기술 사용을 문의하여 왔고, 해외의 Buyer들도 플라즈마 열교환기를 적용한 에어컨을 납품하여 줄 것을 요청하여 현재 적극적으로 기술이전을 검토중이다.

3) 지속력

하삼철 박사를 비롯한 개발팀은 단편 시료에 대한 친수성 처리를 성공에 이어서 양산되는 제품에 적용하기 위한 양산 기술을 개발하였는데, 다음과 같다.

(1) 금속의 Plasma Polymerization 기술 개발

- 초기의 친수성을 그대로 유지할 수 있는 No-Aging의 표면 처리 기술 개발
 - ㄱ) C-H, O-H, N-H, C-N, C-C로 이루어진 탄화 수소계 단량체(monomer)를 DC Plasma를 이용하여 친수성기를 갖는 고분자의 박막을 금속에 deposition 하는 표면 개질 기술 개발
 - ㄴ) 6σ 기법을 이용한 최적 처리 Gas, flow rate, plasma 조건(전압, 전류, 진공도 등) 결정 및 관리

(2) 최적 전극 설계 기술 개발

- 전극 탄화에 따른 전압 변동을 최소화하고 장시간 처리 가능한 전극 재질 및 구조 설계

(3) 최적 Gas Flow 구조 설계

- Deposition의 Uniformity 향상 및 Deposition rate를 최적화하기 위한 Gas Inlet 형상 및 Hole size 설계

V. 실용성

1) 생산실시 여부

개발 초기에는 양산용 품질평가 시스템 및 작업 표준 등을 개발하는 한편 실제 사용조건에 대한 검증을 위해 룸에어컨 1,000여대를 제작하여 해변지역, 사우디아라비아 등 전 세계 특수한 온도환경 지역까지 사용 조건테스트를 마쳤으며 양산능력을 지속적으로 확대해 2001년 100만대, 2002년 200만대, 2003년부터는 전 모델에 채용할 계획이다.

2) 주변기술

Plasma 친수 표면 개질 열교환기를 생산하여 제품에 적용하기 위해서는 양산을 위한 기술뿐만 아니라 신뢰성을 검증하기 위한 평가 기술이 필요한데, 고분자 박막의 품질 평가 기술과 친수성능 평가 기술이 그것이다.

3) 국내 기술 실시 가능 여부 및 파급 효과

플라즈마는 원래의 물질에 물리 화학적인 작용을 통해 새로운 특성을 가지는 재료를 만들어 내는 것으로 활용범위는 매우 광범위한 것이 장점이다. 특히 중요한 세가지 특징은

- ㄱ) 재료의 표면과 물과의 작용에 대한 인위적 특성 부여이다. 단적인 예로, 일반 안경 유리에 물이 묻게 되면 물기가 남아있어 잘 안보이던 문제를 친수성 표면처리를 통해 쉽게 물이 제거 되도록 함으로써 활동의 편리성을 높일 수 있다. 또한 열전달 시스템용으로 에어컨이나 냉장고등에 활용되는 열교환기의 표면에 물이 잘 붙지않고, 떨어지도록 함으로써 열교환이 방해 받는 일이 없도록 하는 것이다.
- ㄴ) 내부식성을 높이는 것인데, 예를 들면 일

〈표 3〉 적용제품의 매출, 생산 수량

구 분		1998년	1999년	2000년	2001년	2002년
매출액 (백만원)	내수	90	198	34,250	68,500	388,000
	수출	0	0	70,000	158,000	790,000
	소계	90	198	104,250	226,500	1,178,000
생산량(단위:예)		300	300	400,000	820,000	1,500,000
연간생산설비능력(단위: 대)		0	5,000	500,000	1,000,000	2,000,000
매출액 영업이익률(%)		10	10	10	10	10

속에 표면 개질을 통해 페인트 칠이 잘 되도록 한다든가 고분자 물질과 금속이 영구적으로 접합이 가능하다.

플라즈마 표면개질 기술은 재료의 표면의 친수성, 윤활성, 내부식성 부여 및 이종 물질간

반 금속이 산 등에 쉽게 부식되나 표면개질을 통해 특성을 변화 시켜주면 부식이 잘 안되게 할 수 있다.

의 접합도 향상 등 활용범위가 매우 광범위하며 전자/전기 부품에 확대 적용 할 수 있을 것으로 기대된다.

ㄷ) 이종 물질간의 접합도를 향상시키는 것이다. 예를 들면 페인트칠이 잘 되지 않는 금

a) 고분자 박막의 품질 평가기술로써, In-situ Quality control 시스템 개발

Plasma 열교환기	PCM 열교환기
UV영역의 광원을 이용한 비접촉식 친수 성능 On-Line 평가 기법 개발 : 알루미늄 표면은 높은 반사율(Reflectance)을 가지거나, Plasma 고분자 박막은 특정 에너지 영역에서 반사율이 급격히 떨어지는 원리를 이용 흡수율의 감소 정도를 측정, 친수성을 평가하는 기술. →고분자 박막의 처리상태를 Monitoring	PCM재는 도막의 두께를 Laser로 측정하는 방법 사용

b) 친수성능 평가기술 개발

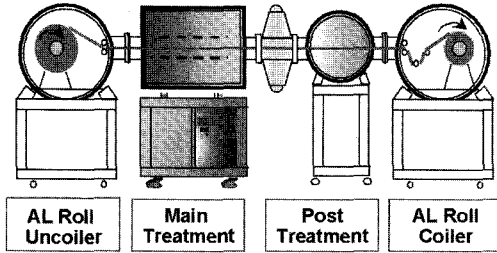
	Plasma 열교환기	PCM 열교환기
DCA 측정 기술 개발	Plasma 친수 처리재의 친수성능을 정량적 평가를 위하여 표면에너지에 의해 발생하는 힘을 정밀 Electro Balance를 통하여 동적 접촉각 (Dynamic Contact Angle)을 측정, 고분자 박막의 친수 특성을 측정하는 기술.	초기 친수성 및 지속성의 평가를 물퍼짐 지름 또는 접촉각으로 실시하므로 재현성 및 반복성 부족
접착력 측정 기술 개발	표면에너지가 높은 물질일수록 친수성능이 좋으며, 표면과 tape간의 접착력이 높은 원리를 이용한 친수성의 정량적인 평가 기술 → 박막의 표면 부착력 평가로 금형에서의 가공성능평가	PCM재는 손으로 문질러 평가하는 방법을 사용 주관적인 평가법
Water Holding량 측정 기술 개발	열교환기 Asm의 친수성을 신속, 정확하게 평가하기 위하여 fully wet조건에서 열교환기에 응축수가 Hold-up된 량을 Force sensor를 통하여 측정함으로써 열교환기 성능을 평가하는 Tool → 평가시간 95%단축(3시간→10분)	열교환기를 풍동에 설치하여 열교환기 전/후단에 걸리는 압력손실을 측정 비교하여 친수성능을 평가 → 측정 시간이 많이 소요
친수 표면 처리재의 가속 시험 기법 개발	친수표면 처리재의 친수 성능을 평가 시간 단축을 위한 가속 시험 기법 개발 → Wet/Dry 가속 시험법 개발, 가속 소요 시간 50% 단축(8일 → 4일)	유수 침적 시험 실시

VI. 경제성

1) 생산성

개발팀은 플라즈마 열교환기의 생산성을 기존 PCM 처리한 열교환기의 생산성과 동급이상의 생산성이 나올 수 있도록 연속 roll to roll type plasma 장비 개발 등 생산 기술을 개발하여 생산성을 확보 하였다.

생산성을 높이기 위한 Plasma 양산 설비 기술 개발

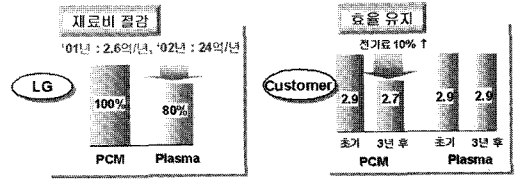


(그림 5) Plasma 열교환기 양산 설비 개념도

- ㄱ) 연속 Roll to roll type plasma 장비 개발
- ㄴ) Coil 고정용 Expander shaft 개발
- ㄷ) 진공 sealing type rectangular V/V개발
- ㄹ) 고 표면강도의 자동 조절 Roller 개발
- ㄹ) 대형 챔버간의 연결부 sealing 기술
- ㅂ) 표면 cleaning 기술 개발
- ㅅ) Coil edge bit 방지 기술

2) 생산비 절감

플라즈마 열교환기는 열교환기를 친수처리하는 과정에서 필요한 친수성 도료를 사용하지 않으므로 기존 대비 24억원/년의 재료비를 절감하였으며, 오랫동안 사용하였도 친수성능이 유지되므로 사용 후 3년이 경과하면 전기료 또한 10% 이상 절감할 수 있다.



(그림 6) Plasma열교환기의 경제성

3) 시장 규모

에어컨의 국내/해외 시장 규모는 매년 큰 폭으로 증가하고 있으며 올해에는 4,200만대 규모에 이를 것으로 예상된다.

(표 4) 에어컨 시장규모

(단위: 만대)

구분	1998년	1999년	2000년	2001년	2002년
해외시장규모	34,600	37,636	38,930	39,107	40,970
국내시장규모	600	664	770	893	1,030
계	35,200	38,300	39,700	40,000	42,000

4) 수입 대체 효과

국내 가전시장 개방과 더불어 선진 외국으로부터 수입되는 에어컨에 비하여 특화된 독자기술로 제품 경쟁력을 확보하였으며, 해외 시장에서의 하이 브랜드화와 상품의 고기능화로 수출력 증대에 기여하였고, 친수 처리 공정의 단순화로 재료비 절감 및 수입 대체 효과로 재료비 절감 24억/년의 효과를 가져 왔으며 세계 최초로 유일하게 금속에 대한 친수처리 기술 및 양산 기술을 확보함으로써 수출 물량 증대에 지대한 공헌을 할 것으로 예상된다.

발특2003/1