

광기록기술을 이용한 고배속 CD-RW Drive

LG 전자 주식회사
 曷卜鉉 책임연구원

1. 개발과정

1. 개발동기

CD-RW드라이브란 기존의 CD-ROM 재생 기능과 CD-R 복사기능에 CD 재기록기능을 추가하여 하나의 드라이브에서 재기록과 재생이 모두 가능하게 한 첨단 멀티미디어 제품이다. 특히 CD-RW드라이브는 데이터를 저장용량이 큰 CD(650MB로 일반 디스켓(1.44MB)의 450배)에 반영구적으로 저장 및 기록할 수 있기 때문에 PC데이터 손실 및 손상 문제에 대비할 수 있는 데이터 백업(back-up)용으로 활용할 수 있음은 물론 원하는 CD를 사용자가 스스로 제작할 수 있어 그 활용가치가 매우 큰 제품이라 할 것이다.

또한, CD-RW드라이브의 시장은 전 세계적으로 01년에 3200만대에 육박할 것으로 예상되며, PC보급율의 증가와 향후 CD-ROM대체를 고려할 때 그 수요는 상상을 초월할 것으로 예상되는 바, 이러한 거대시장에서의 수익창출은 국내 최대 전자기업으로서 당연히 도전하여야 할 가치가 있는 것이었다.

LG전자(주)는 이미 90년대 초부터 CD-RW

의 전신이라 할 수 있는 CD-ROM 드라이브를 개발, 생산하여 세계 시장 점유율 1위를 달성하는 최고의 성과를 보이고 있었다. 그러나 이에 반해 광디스크의 기록기술분야에 대해서는 축적된 Know-How와 고유기술이 없어 CD-RW드라이브 개발에 큰 어려움이 있었으며, 실제 초기 개발에서는 개발실패라는 쓴맛을 보기도 하였다.

그러나, CD-ROM 생산에서 입증된 LG전자의 세계최고의 드라이브 생산능력이 있었기에 광기록기술 분야에서의 고유기술만을 확보한다면 충분히 선진업체를 따라잡을 수 있다는 신념으로 98년초부터 본격적인 CD-RW드라이브의 재개발에 착수하였다.

2. 제품개발 방향설정

1) 단기간 내에 선진업체 추월

98년초 CD-RW 개발을 시작할 당시 선진업체중 Philips, Sony가 이미 제품을 먼저 출시하고있었다. 특히 Philips, Sony는 CD-RW 규격을 만든 회사로서 동 분야에서 이들 업체를 능가하기란 거의 불가능한 것으로 보였다. 그러나, LG전자는 단 기간내(1년)에 이들 제품과 동등한 제품을 출시하고, 그 이후에는 이들 업체를 능가하

는 제품을 만들어 CD-ROM에 이어 세계시장점 유율 1위를 달성한다는 야심 찬 계획을 세웠다.

2) 선진업체와의 배속경쟁에서 우위 선점

CD-RW에 대한 고객의 Needs중 가장 크게 대두되는 것중의 하나가 바로 배속문제였다. 당시 재생기인 CD-ROM은 24배속이 이미 출시되었으나, 기록기는 2배속에 머물러 있어 CD-ROM의 속도에 익숙한 일반 사용자에게 크게 어필되지 못하는 형편이었다. 따라서 배속 경쟁에서 우위를 점하는 것이 필수적이라는 생각으로 동 분야의 기술개발에 역량을 집중기로 하였다. 즉, 안정된 기록이 가능하면서도 고배속이 구현되는 CD-RW 드라이브개발을 최고의 기술과제로 삼았다.

3) Cost Down

CD-ROM이 본격적으로 활성화될 당시의 가격이 15~20만원대로서 특가대까지 판매가를 낮추어만이 가격경쟁력이 발생한다고 보고 생산원가를 낮출 수 있는 생산기술 확보에도 총력을 다하기로 하였다.

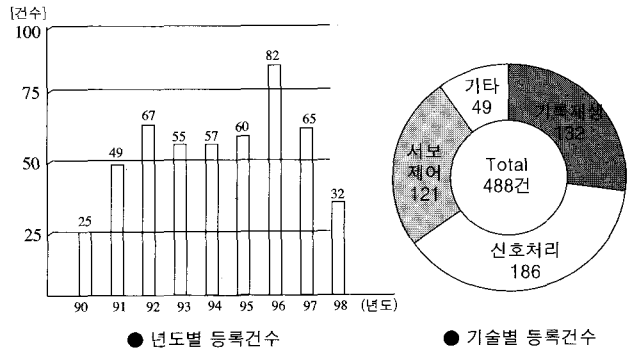
3. 기술동향파악

1) 동향파악

기술 개발 계획 수립과 함께 최우선적으로 선행 특허조사 및 신기술 동향 분석을 위하여 연구소 특허팀과 본사 특허실의 적극적인 협조로 특허 DB System을 활용하여 국내외 선행 특허조사를 실시하였으며, 또한 신기술 동향 파악을 위하여 관련 해외 유수의 논문을 입수 분석하였다.

특허조사에 있어서는 DIALOG, PATOLIS 및 INTERNET(WWW.PATENTS.IBM.COM, WWW.USPTO.GOV 등)을 통하여 미국, 일본 특허를 조사하였으며, 국내 특허는

KIPRIS 및 특허청 보유자료를 이용하였다. 선행 특허를 검색한 결과 98년 5월 당시 미국에서 총 488건의 광기록기술관련 등록건이 있었으며, 이를 기술별로 분류해 보면 기록재생분야 132건, 신호처리 186건, 서보제어 121건, 기타 49건으로 조사되었으며, 이를 특허팀과 함께 분석하여 기술중요도별로 분류하고 연구개발에 활용하고 향후 특허분쟁에도 대비하기 위하여 주요특허에 대해서는 분석집을 발간하여 집중 관리하였다.



2) 선행 특허분석

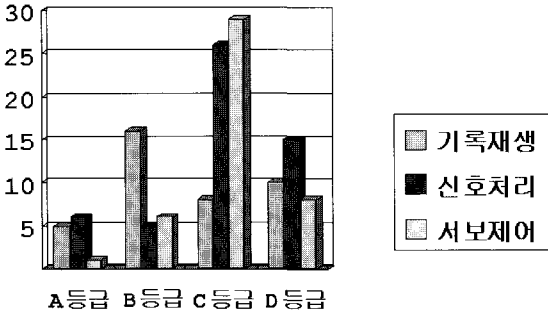
Sony, Philips등에서 이미 규격특허를 확보하고 있음을 확인할 수 있었으나, 규격특허이외에는 대부분이 기존 규격내용의 보완특허로서, 고배속을 위한 기록안정화 부분에서는 선행자료가 없음을 확인할 수 있었다.

★ 기술분야별 주요US특허 등급(중요도) 분류

A급: 규격특허로 필수핵심특허

분류	A등급	B등급	C등급	D등급	합
기록재생	5	16	8	10	39
신호처리	6	5	26	15	52
서보제어	1	6	29	8	44
합	12	27	63	33	135

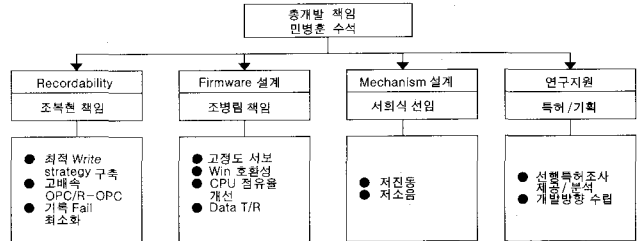
B급: 회피가능 주요 구현특허1, C급: 회피가능 주요 구현특허2
D급: 제품개발 참조특허



4. 개발계획 수립

1) 추진조직

기술Part별로 담당 책임자를 선임하고 특허팀 및 기획팀과의 공조를 통해 개발에 착수하였으며, 각 기술Part에는 고배속에 대응하는 LG고유기술 확보를 위한 mission이 부여되었으며, 생산 단계에서는 추진조직을 사업부 설계팀과 연계하여 개발내용이 생산에 바로 적용될 수 있도록 하였다.

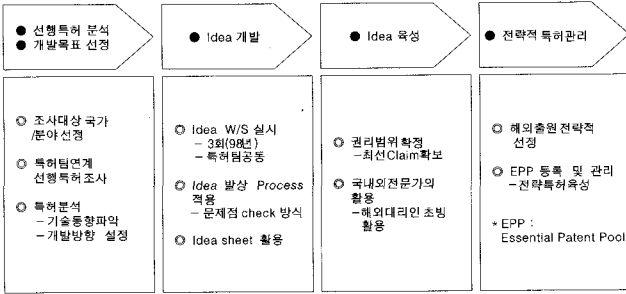


2) 추진일정/연구개발일정

단 계	소 요 기 간	기술개발내용(자체기술개발내용중심)	연구개발비
8041B Start	'93.3	<ul style="list-style-type: none"> CD-RW Drive 4X2X24 개발 시작 선행특허 분석 및 논의입수를 통한 기술동향 파악 	
P/T	'98.3~9	<u>시스템 설계 및 기초실험</u> <ul style="list-style-type: none"> OPC와 R-OPC용 H/W, S/W 설계 및 기본 기록 성능 확인 기본 Servo계 H/W, S/W 설계 및 기본 성능 확인 Seek H/W, S/W 설계 및 기본 성능 확인 Encoder/Decoder I/F Firmware 기본동작 완료 Mechanism 방진 및 방음계 설계, 열해석 및 확인 	단위:백만원 520
E/S	'98.10~11	<u>성능 검증 및 수정 작업 진행</u> <ul style="list-style-type: none"> 성능시험, 신뢰성 시험, 고온시험, 저온시험, 호환성 시험 수명, 진동 및 낙하시험 	200
Pilot	'98.12~'99.1	<u>시료 확대를 통한 성능 검증 및 수정 작업 진행</u> <ul style="list-style-type: none"> 성능시험, 신뢰성시험, 고온시험, 저온시험, 호환성 시험 수명, 진동 및 낙하시험 	100
Pre-Pro	'99.1~2	<u>양산성 시험 및 개선</u>	100
양산/출시	'99.3	<ul style="list-style-type: none"> CD-RW Drive 4X2X24 개발 완료 및 발매 	
8042B Start	'99.3	<ul style="list-style-type: none"> CD-RW Drive 4X4X24 개발 시작 	
E/S	'93.3	<ul style="list-style-type: none"> CD-RW 4배속 기록용 Write Strategy, OPC, R-OPC설계 및 확인 CD-RW 4배 기록용 기본 Servo계 설계 및 성능 확인 성능시험, 신뢰성시험, 고온시험, 저온시험, 호환성 시험을 통한 성능 검증 및 개선 	50
Pilot & Pre-Pro	'99.4~5	<ul style="list-style-type: none"> 성능시험, 신뢰성시험, 고온시험, 저온시험, 호환성 시험을 통한 성능 검증 및 개선신뢰성 양산성 시험 및 개선 	100
양산/출시	'99.5	<ul style="list-style-type: none"> 세계 최초 CD-RW Drive 4배속 개발 완료 및 발매 	
양산/출시	'99.12	<ul style="list-style-type: none"> 세계 최초 CD-RW Drive 4배속 개발 완료 및 발매 	
양산/출시	'00.9	<ul style="list-style-type: none"> 세계 최초 CD-RW Drive 4배속 개발 완료 및 발매 	

II. 권리화 과정

1. 권리개발 과정



고배속 하에서도 안정적인 기록특성을 확보하기 위해 개발팀과 특허팀에서는 광기록재생 기술분야를 OPC(Optimum Power Control)/R-OPC(Running-OPC)부분, Write Strategy 부분, ALPC(Automatic Laser Power Control)부분으로 분류하여 관련 분야 연구원들과 Idea 도출 Work Shop을 실시하였으며, 문제점 Check방식을 이용하여 다양한 Idea를 도출하고, 다수의 개념들을 구현하는 구현 수단을 각각 Idea Sheet에 작성하여 다수의 구체화된 실시 예를 확보하는데 역점을 두었다. 작성된 Idea들을 선행자료와 비교, 평가하고, 특허사무소 요원들과 여러 차례 특허출원 Work Shop을 통하여 기본 개념에 충실한 넓은 권리의 특허가 출원되도록 하였다. 해외출원의 경우는 주요 수출국가 및 특허 경쟁국을 위주로 출원국가를 선정하였으며, 핵심 주요특허는 EPP(전략특허발굴활동)에 등록함으로써 체계적인 관리가 가능하도록 하였다.

2. 특허출원 내용 및 현황 (유첨출원List)

1) 국내 특허출원/등록 현황 (95년이후 1차 CD-RW 개발 때부터 출원현황)

	95~97년 출원	98~99년 출원(등록)	00년~출원 (등록)	계
기록과임기술 (OPC/WS등)	21	25 (11)	15 (2)	61 (13)
재생/서보기술	31	14 (14)	11 (7)	56 (21)
Deck Mecha.	18	15 (6)	3 (3)	36 (9)
시스템 (복사방지/ Interface등)	29	16 (13)	4 (5)	57 (18)
계	107	70 (44)	33 (17)	210 (61)

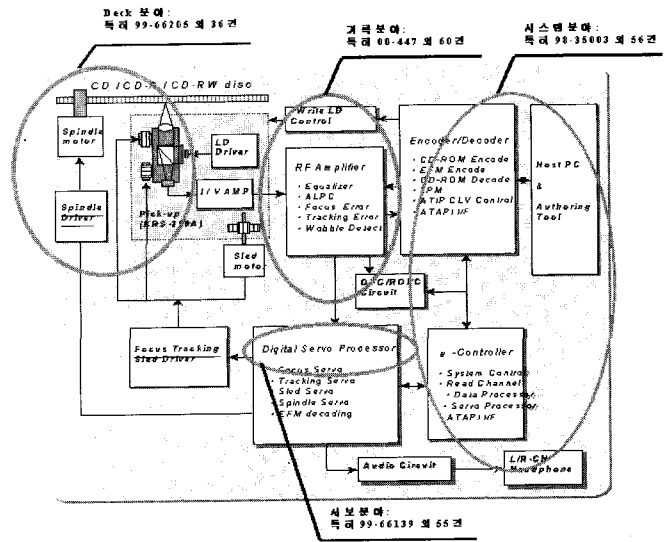
2) 해외 특허출원 현황

US(미국) - 29건 출원 / 5건 등록

JP(일본) - 9건 출원 /

CN(중국) - 3건 출원

3) CD-RW 전체 Block도 대비 출원분야



4) 광기록분야 발명의 주요내용

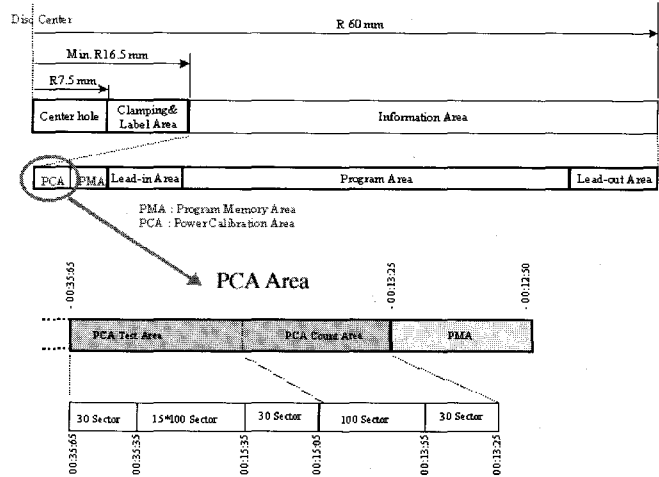
CD-RW의 개발을 위해서는 고정도 servo 기술, 진동소를 저감기술, 기록재생기술, system Interface 기술등이 필요하며 각 분야가 모두 핵심기술로서 완전한 CD-RW 개발을 위해서는 필수적인 내용이다.

특히 CD-RW는 CD-ROM과는 달리 기록기능이 주요체이나, 개발당시 LG를 포함 국내 업체에는 기록가능 디스크에 대한 기술이 전무하여 개발에 상당한 어려움이 있었다. 따라서 servo 및 Deck분야는 CD-ROM을 통해 축적된 기술을 보완 활용해 나감으로서 어느정도 해결이 가능하였으나, 기록기술은 여전히 난제로 남아있었으며, 실제 1차 개발에 실패했던 주요인이 되기도 하였다.

기록분야 기술중 특히 기록품질을 유지하기 위하여 각 디스크마다 최적의 기록과워를 검출하는 기능(OPC)이 내재되어 있어야 하며, 아울러 이를 토대로 기록품질 정밀제어를 수행하는 Write Strategy기술이 필수적인 기술이었으며, 또한 고배속을 위해서는 동기기술이 고배속하에서도 안정적으로 동작되어 질 것이 요구되었고, 이는 CD-RW를 고배속화하는 데도 필수적인 기술이었다. 그러나, 기존 규격서나 선행특허를 조사해 보아도 이에 대한 명확한 설명이 없어 LG는 수많은 시행착오를 거쳐 고유의 광기록기술을 개발하게 된 것이다. LG 광기록기술발명(특허 00-447)의 특징은 크게 두 가지로 요약된다.

첫째는 OPC기술로서 종전 CD-RW는 규격서에 따라 OPC를 변형 없이 사용함에 따라 고배속에 대응하지 못하는 문제점이 있었다. CD-RW디스크는 아래그림에서 알 수 있듯 이 최내주에 PCA(Power Calibration Area)가 있고 본 영역은 다시 PCA Test area 와 Count area로 구분되며, 디스크에 데이터를 기록시 우선 Test영역에서 기준 기록과워를 변경해가면서 데이터를 기록하고 이를 재생하여 최적 기록과워를 찾는 OPC를 수행한다. 이러한 OPC가 수행될 때마다 Count영역에 횟수를 표시해 두게 된다.

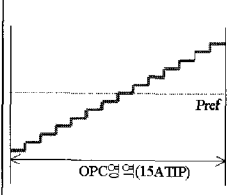
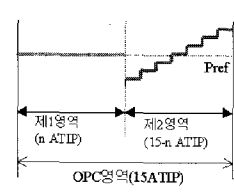
★ Layout of CD-RW disc

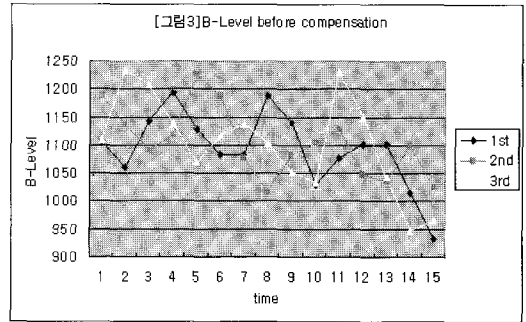


그러나 상기 OPC방식에 대해서는 규격서에 제시된 내용외에는 구체적인 적용방법에 대한 특허나 기술자료를 입수할 수 없었기에 앞서 밝힌 바와 같이 1차 CD-RW 개발에 실패한 큰 원인이 되기도 하였다. 또한 기존 규격서등에서 언급된 OPC방식은 가장 기본적인 개념만을 제시해 두고 있었으나, CD-RW가 고배속화 되면서 디스크의 회전속도가 증가함에 따라 정확한 OPC 검출에 많은 어려움이 생기게 되었다.

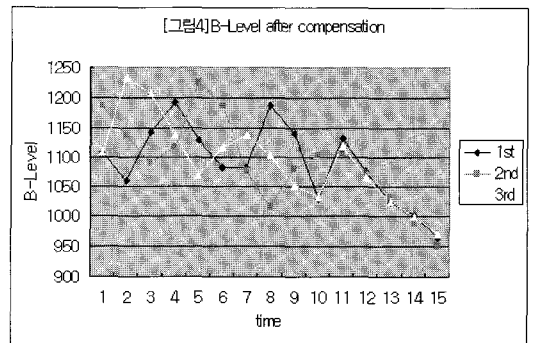
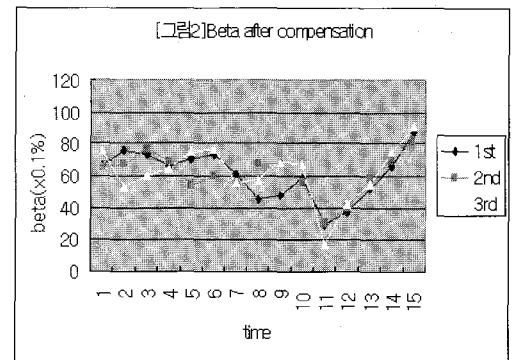
이에 개발팀에서는 이를 극복하기 위한 여러 Idea를 내기 시작했으며, 이를 토대로 계속적인 실험을 실시하였고 이중 고배속에 적합한 최적의 OPC 방법을 도출하게 되었으며 이를 토대로 특허출원을 완료하였다. 그 내용은 고배속시에 디스크의 편심의 영향을 OPC과정에 포함시켜 편심에 의한 에러성분이 보상된 최적 기록과워를 검출함으로써, 검출오차를 최소화한 것으로, 실험결과 고배속기록의 안정성확보에 절대적인 영향을 끼침을 알게 되었다. 아래 그림에서 기존방식과의 비교 및 그 결과를 제시한다.

상기 결과는 OPC검출을 실제 기록배속과 동일한 배속으로 하여 검출한 결과로서, 기존방식에 의

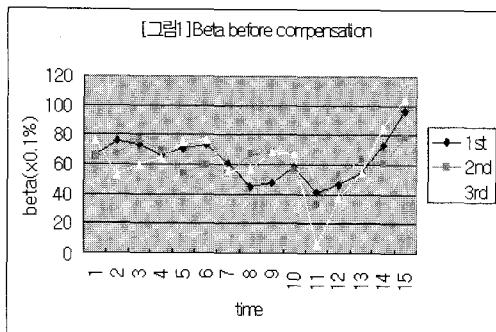
	기존 OPC	LG OPC (특허00-447)
기본 개념		
동작 설명	<ul style="list-style-type: none"> • PCA영역내의 OPC검출영역에서 Pref를 근거로 power step을 변경하면서 기록한다. • Pref: indicative power in recorded disc • 기록된 신호를 재생하여 B-level과 β값을 측정하여 최적파워를 선정한다. <p><문제점></p> <ul style="list-style-type: none"> • 고배속시에 디스크의 편심에 의한 OPC에러가 기록품질에 절대적인 영향을 미치지만 이에 대한 대책이 없다. • 디스크내에 기록된 Pref를 사용하므로서 Bad디스크에 대한 기록 실패 확률이 높다. 	<ul style="list-style-type: none"> • PCA영역내의 OPC검출영역에서 Pref를 근거로 제1영역과 제2영역으로 구분한다. • Pref: 해당 디스크에 대한 저장값 • 제1영역은 동일 power로 디스크의 회전성분에 의한 B-level과 β값을 측정하고 그 평균치를 구한다. • 제2영역은 Power step을 변경해가면서 기록하고, 기록된 신호를 재생하여 B-level과 β값을 측정하여 최적파워를 선정한다. • 상기 제2영역에서 구한 값에 제1영역에서 구한 값으로 보상하여 최종 B-level과 β값을 구한다. • 최종적으로 구한 OPC값을 메모리에 저장하고 다음번에 동일 디스크에 대해 Pref로 활용한다.(유용한 데이터의 누적적 활용)



<기존 방식에 의한 OPC 결과>



<LG 고유방식에 의한 OPC 결과>



한 경우 OPC검출이 동일디스크에 대해서도 상이하게 됨을 알 수 있으나, LG방식에 의한 OPC수행결과 B-level 과 Beta값이 횡수에 상관없이 OPC가 종료될 즈음(후반부)에는 거의 동일한 값이 검출되므로써 매우 안정적인을 알 수 있다.

따라서 종전에 OPC검출은 1배속에서 수행하

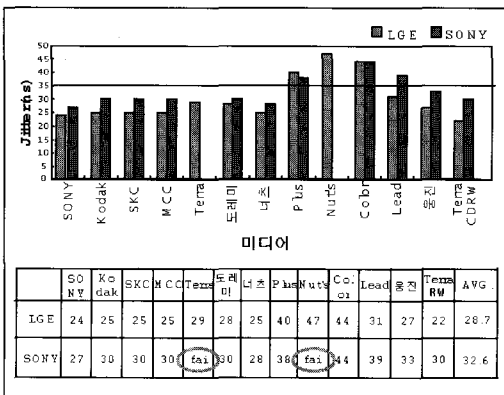
고 기록배속은 2~8배속으로 수행됨에 따라 발생되는 OPC에러에 의해 기록품질의 안정화가 어렵고 고배속 구현이 어려웠던 점을, LG 방식으로 인해 OPC검출을 실제 기록배속과 동일한 배속에서 검출 가능하게 됨으로서, 고배속경쟁에서 우위를 점할 수 있는 확실한 계기가 되었다.

둘째는 Write Strategy 기술로서 종전에는 Disc 제조업체마다 품질이 다른 Disc가 출시됨에 따라 드라이브 성능에 관계없이 불량 디스크(Bad Disc)에 대해서는 기록실패로 처리하는 것이 기존 CD-RW 드라이브의 일반적인 처리방식이었으나, LG는 Bad Disc에서도 기록성능을 확보하기 위해 판매되는 모든 Disc의 특성을 품질성능별로 분류하고 시스템에 그 데이터를 저장해 둬서 Bad Disc에 대한 기록실패율을 거의 zero화 할 수 있었으며, 이는 소비자로부터 시스템의 안정성에 신뢰를 주는 계기가 되었다.

3. 직무발명자 공헌도 및 출원내용

구분	출원	등록	주요 내용
국내	28건	9건	광기록 OPC / Write strategy 분야
해외	5건	1건	上同

LGE & SONY 제품 기록성능 (Jitter) 비교



편심 Disc 재생 외부 진동비교(1gcm)

발명자(조복현 책임연구원)는 CD-RW 개발에 있어 광기록분야의 개발 책임자로서, 동분야 기술력을 세계 최고의 기술력으로 끌어 올리므로서, CD-RW의 성공에 크게 기여하였다. 특히 광기록분야의 핵심기술인 OPC 및 Write strategy에서 각고의 노력과 도전 끝에 선진업체와 대등하거나 그 이상의 신뢰성있는 기술을 개발하였으며, 지적재산권에서도 다음과 같이 다수의 특허출원을 통해 특허권확보에도 큰 기여를 하였다. 이러한 기여에 대해 회사에서는 직무 발명 보상금외에 별도의 사업성공 인센티브를 부여하여 그 공로를 치하하기도 하였다.

III. 기술성

1. 세계최고 기술력 보유

CD-기록기 기술에서 독자적인 World Top 기술력을 확보하였는바 그 구체적인 내용을 요약하면 다음과 같다.

1) LG고유 OPC 및 Write strategy 기술확보

고배속시의 회전성분을 고려한 OPC를 수행하는 방식을 개발하므로서 안정적인 기록 특성이 유지되도록 함은 물론 배속경쟁을 선점할 수 있는 기술을 확보하였으며, 전 세계 출시 CD-R Disc에 대한 Write strategy를 확보하므로서 Bad Disc에 대해서도 안정적인 기록이 가능하도록 하였다.

2) Mechanism 부분의 저진동/저소음 설계기술

픽업의 공진주파수를 역으로 적극 활용하여 방진시스템의 감쇄비를 향상시켰으며, 이는 저진동

및 저소음을 희망하는 소비자의 욕구와 부합되어 LG CD-RW의 신뢰성을 한차원 높이는 기술로 인정되었다.

방사소음 비교 시험결과

		LG CD-RW (#1)	LG CD-RW (#4)	LG 24x CD-ROM	SONY
단품	Normal Disc	35.7	35.5	35.7	37.2
	1gcm Unbalance	38.4	38.4	38.5	41.2
장착	PC Normal Disc	34.5	34.4	33.6	36.7
	1gcm Unbalance	36.4	36.1	35.3	42.3

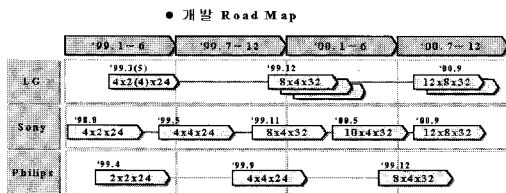
50/45cm 전방 측정(dB)

	LG CD-RW (#5)	LG CD-RW (#18)	SONY	Teac	LG 24x CD-ROM
1	0.65	0.30	0.63	0.48	0.88
2	0.31	0.21	0.19	1.66	0.25
3	0.26	0.25	0.28	0.37	0.75
4	0.43	0.46	0.78	0.47	0.86
MAX	0.43	0.46	0.78	1.66	0.88

단위 G (Peak-Peak)

3) 선진업체와의 배속경쟁에서 우위선점

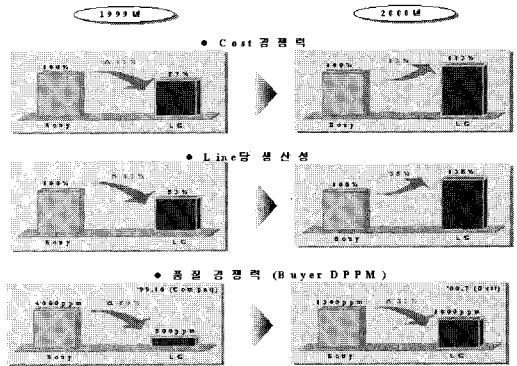
LG고유 기술을 기반으로 개발후 최단기간내에 선진업체와 동등수준의 제품을 출시하였으며, 이후 배속경쟁의 우위를 선점한 가운데 동등수준 이상의 제품을 연속 출시하므로써 세계시장을 석권하는 계기가 되었다.



2. 세계최고 제품경쟁력 확보

LG CD-RW Drive는 세계 최고수준의 제품 경쟁력을 확보하기 위해 연구개발부터 다양한

혁 신활동을 전개하여 첫째 제품 가격면에서 선진 업체보다 13%의 경쟁력을 확보하였고, 둘째 Line당 생산성은 38% 우수하며, 셋째 품질면에서 불량율을 혁신적으로 낮추어 주요 Buyer로부터 최고의 평가를 받았다.



3. 수상실적

1) 주요 대외 수상실적

수상일자	명칭	주관	주요내용
2000. 1	IR52 장영실상	한국산업기술진흥협회	국내최초 CD-RW 개발
2000. 6	World Best Awards '다이아몬드상'	한국능률협회 컨설팅	CD-RW 사업 국제경쟁력 확보
2000. 7	상반기 Hit 상품	전자신문	CD-RW 드라이브
2000. 9	제2회 한국멀티미디어상품	산업자원부	CD-RW 드라이브
2000.12	00년 장영실장 대통령상	한국산업기술진흥협회	00년 수상작중 최우수상으로 선정
2001. 1	2000년 대한민국 10대 신기술상	산업자원부	CD-RW 드라이브

2) 주요 대내 수상실적

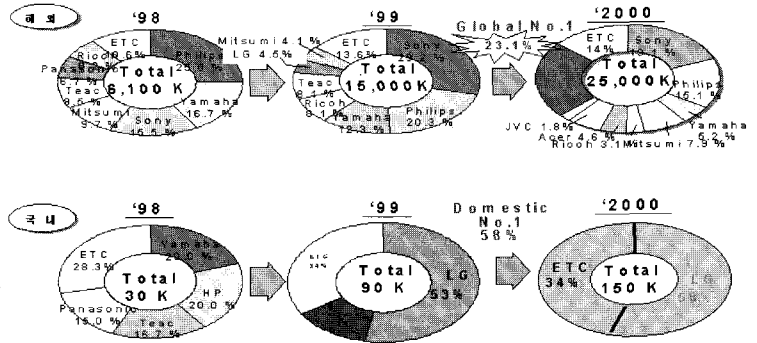
수상일자	명칭	주관	주요내용
1999. 3	'99 TL2005대회 대상	LG전자 CU	CD-RW 개발
1994. 4	'99 Gr 신제품 경진대회 금상	LG그룹	CD-RW 개발

IV. 경제성

1. 시장규모

국내/외 CD-RW 드라이브 시장규모는 확대일로에 있으며, 기존의 CD-ROM시장을 대체하는 제품으로 빠른 속도로 성장하고 있다.

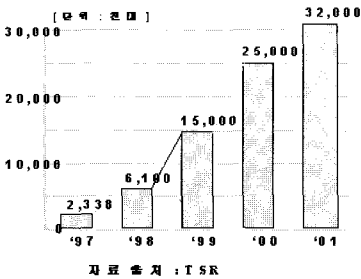
99년부터 본격적으로 형성된 세계시장은 작년 2500만대를 돌파하므로써 향후 수년간 최고의 멀티 미디어 제품으로 자리를 잡을 것이다. 아울러 국내시장도 빠른 속도로 성장하여 작년에 약15만대를 기록하므로써 PC보급율이 높은 국내 현황을 감안할 때 올해부터 더욱 시장규모가 성장되리라 예측된다.



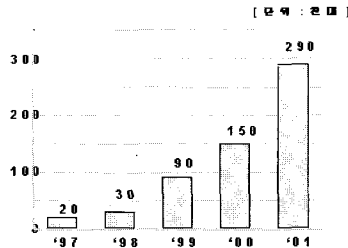
3. 대외국 특허료 지불 감소 여부 및 특허분쟁 또는 크로스라이센스를 위한 대응특허여부

CD-RW 규격화에 따른 선진업체의 Royalty 공세가 거셀 것으로 예상되나, LG는 규격 외의 고유기술을 확보하므로써 Royalty Down은 물론 상기 업체와의 Cross-License도 추진 가능하게 됨으로서 同분야의 높은 Royalty를 절감할 수 있게 되었다. 아울러 후발업체로부터는 LG 기술의 침해여부를 항시 감시하여 Royalty 수입을 적극적으로 획득할 예정이다.

Worldwide



Domestic



2. 시장점유율

98년 개발당시 외국업체에 의해 CD-RW시장이 형성되어 있었으나, 99년 LG CD-RW출시를 계기로 LG의 시장점유율은 가파른 상승을 탔으며, 출시 당해(99년)에 국내 시장을 외국업체로부터 탈환하였으며, 급기야 작년에는 규격을 만든 선진업체를 제치고 전세계 시장점유율 1위를 달성하는 쾌거를 이루었다.

발특2002/6

