

소형화 경량화가 최대의 과제

모바일폰 카메라 렌즈의 현황과 설계

모바일폰 카메라 렌즈는 단초점 CIF급(10만 화소급)에서 현재 130만 화소급 렌즈로, 소형 경량화에 따라 렌즈 외경의 크기도 $\varnothing 8\text{mm}$ 에서 $\varnothing 3\text{mm}$ 까지, 구면 글라스렌즈 대신에 플라스틱 비구면 렌즈로 변화되어 왔으며, 최근에는 최상의 화질을 내면서 크기를 최소화하고 있는 방향으로 진행되고 있다. 디지털카메라에는 줌렌즈가 출시되어 있지만 모바일폰에는 상대적으로 더 소형화·경량화 해야 하는 과제가 남아있어 계속 검토되고 있다. 본고는 지난 10월 9일 한국전자전 기간중 열린 '신개발 전자부품 세미나'에서 (주)테크닉스 최상경 이사가 「모바일폰 카메라 렌즈의 현황과 설계」라는 주제로 발표한 내용을 본 편집부에서 정리한 것이다. 이날 세미나에서는 최근 그 수요가 급격히 증가하고 있는 모바일폰 카메라용 광학계의 기본 구성 및 설계, 제조에 대해 소개하였다.

편집자 주

1. 이동통신 단말기 시장 전망

세계 이동전화단말기 시장은 1996~2000년 사이에 57.3% 고성장을 했으나, 2001년에 들어와 미국경제의 침체, 세계 IT산업의 성장률 둔화, 3G 서비스의 도입 지연, 이동전화 단말기 교체 수요의 감소 등의 요인으로 인해 시장이 위축되었다. 2002년에는 중국을 포함하는 아시아, 태평양 지역 및 동유럽 등 신규시장의 급성장과 더불어 일본·한국에서의 카메라폰의 판매증가, 서유럽과 북미시장에서 컬러 단말기 중심의 교체 수요 증가 등으로 회복세를 유지했다. 그 외 cdma2000 1x 및 GPRS 기반의 컬러 디스플레이, 카메라 탑재 단말기의 수요가 시장의 견인력으로 작용했다.

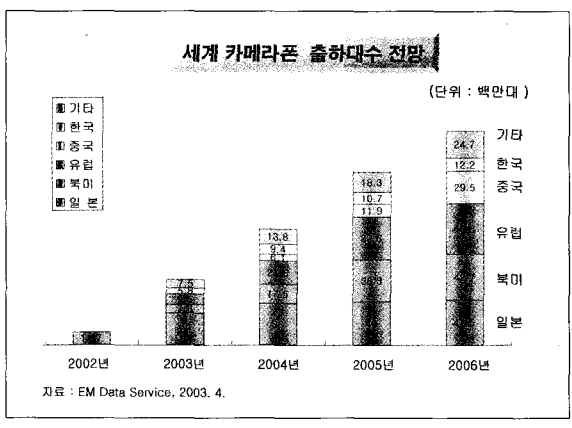
2003년 이동통신단말기 시장은 Color Screen, GPS, 카메라 등이 탑재된 단말기 출시로 약 4억 3000만대 규모에 이르고, 카메라폰 출하대수는 6000만대로 전체 생산량의 13.9%에 달할 전망이다. 따라서 이동통신

단말기의 세계 생산의 국내 생산 비중은 2002년 23%에서 2003년에는 26.9%로 영향력이 커질 전망이다.

시장조사기관인 Garther에 따르면 소비자들의 다기능 제품 선호에 힘입어 고가 휴대폰이 저가형 휴대폰을 대체하면서 2001년부터 2006년까지 고가 휴대폰 부문의 연평균 성장률은 연 12%에 달할 것으로 예상됐다.

현재 카메라폰의 세트 메이커 동향을 살펴보면 세계 시장에서 삼성전자, 노키아, 모토로라가 3대 메이저 제조업체로서 전체시장 64.9%의 비중을 차지하고 있는 가운데 2001년 57%에서 2002년에는 60%로 지속적인 상승세를 보이고 있다. 국내에서는 삼성전자, LG전자, 팬택&큐리텔 등에서 30만 화소급 내장용제품 위주의 카메라폰을 판매중이며, 연내에 100만 화소급 제품이 출시될 예정이다. 또한 카메라폰의 기능에 비디오 캠코더의 기능이 지원되는 카메라를 탑재하여 시장창출 효과를 노리고 있다.

■ 세계 카메라폰 출하대수 전망



2. 모바일폰 카메라의 시장 전망

모바일폰 카메라 모듈의 유형은 CIF(10만 화소), VGA (30만 화소), QVGA(100만 화소) 등 3가지가 있으며, 유형에 따라 카메라 모듈에서 차지하는 비중도 다르다. 2002년 말 카메라 모듈의 단위당 가격은 CIF급의 경우 9000원, VGA의 경우 12000원, QVGA의 경우 4만원 수준이었다. 이를 기반으로 추정하여 보면 2003년에는 6000만 대 규모의 모바일 카메라폰이 출하될 경우,

모바일시장의 크기는 8780억원 정도의 규모로 전망된다. QVGA가 다른 2종류에 비해 가격이 비싼 이유는 백만 화소를 지원하는 센서와 상응하는 주변기기가 필요하고 Large 센서의 사용 등이 요인으로 작용한다. 2003년부터 QVGA로 지원되는 High-end모듈이 사용됨에 따라 고화질의 이미지를 전송할 수 있어 통신사업자의 ARPU가 높아질 것으로 예상된다. 따라서 모바일 카메라폰 메이커들은 QVGA 개발에 집중해야 할 것으로 보인다.

모바일폰 카메라 렌즈에 있어 플라스틱 렌즈는 작은 화소를 구현함에도 불구하고 빛을 포착하는 능력을 갖고 있어 이동통신단말의 카메라 모듈에 많이 사용되고 있다. 현재 Kanto Tatsumi Electronics, Enplas Corp, Sekonix와 같은 소수의 업체들만이 비구면 플라스틱 렌즈에 대한 대량생산이 가능하며, 향후 플라스틱 렌즈의 수요는 줄어들지 않을 것으로 전망된다. 이처럼 일본 업체가 전통적으로 강세를 보여온 부품인 비구면 플라스틱 렌즈에 도전하고 있는 대표적인 국내 업체로는 세코닉스, 코웰월드옵텍 등을 들 수 있다. 세코닉스는 현재 월 100만개, 코웰월드옵텍이 월 40만개를 생산중이며, 생산라인과 생산량을 대폭 늘릴 예정이다.

표 1. 모바일 카메라폰에 사용되는 모듈 시장 전망

구분	2003년				2004년			
	CIF	VGA	QVGA	합계	CIF	VGA	QVGA	합계
금액 (천만원)	19,110	20,700	48,000	87,810	26,677	33,990	123,600	184,267
선적대수 (천개)	27,300	20,700	12,000	60,000	38,110	33,990	30,900	103,000

(자료: DAWA, 2003, EM Data Service, 2003을 토대로 제작됨)

표 2. CIF, VGA, QVGA의 이미지 및 파일 크기

구분	CIF	VGA	QVGA
Mill Pixels	0.11	0.31(0.307)	1.0(1.229)
이미지 크기(Pixels)	352×288	640×480	1,280×960
압축 후의 크기	10-30	40-200	500-1,000

주)압축은 JPG에 기반, 파일 크기는 킬러수에 의존

(자료: DAWA, 2003)

표 3. 렌즈와 픽셀 수

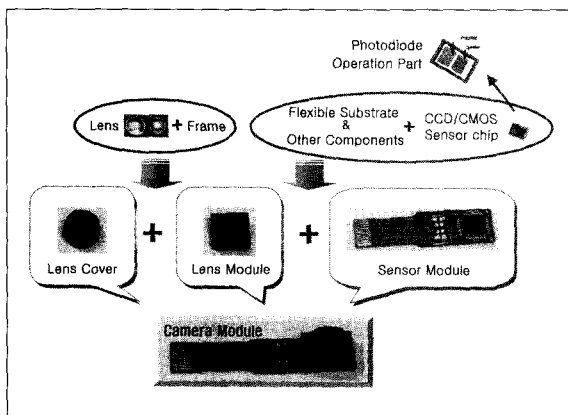
구분	CIF	VGA	QVGA		
			Single Focus	Auto Focus	Optical Zoom
Plastic	1	2	1	0	0
Glass	0	0	2	3	5

플라스틱 렌즈는 Injection Modeling을 통한 제조에도 불구하고 Polishing 없이 쉽게 대량 생산이 가능하고, 단위당 가격은 300~600원으로 CIF레벨에서 1개의 렌즈가 사용되고 VGA 수준에서 2개의 렌즈가 사용된다. 향후에는 현재의 디지털 카메라 수준인 고화질을 요구하는 단말기의 경우 플라스틱 렌즈보다 글라스 렌즈를 사용하는 경우도 발생할 것으로 예상된다.

3. 모바일폰 카메라의 모듈구조

모바일폰 카메라 모듈은 직경 $\phi 3mm$ 의 렌즈와 $2mm \times 3mm$ 크기의 이미지 센서 칩 등 아주 작은 소형부품으로 구성된다. 카메라폰에 사용되는 카메라 모듈의 기본적인 요구는 소형 크기와 낮은 전력 소모를 원한다. 따라서 카메라 모듈의 픽셀 수는 디지털 카메라에 비하여 낮은 수준이다. 모바일폰 카메라의 경우 single-focus 플라스틱(1~2개)을 사용하고 있고, 주로 대량생산 능력을 보유하고 있는 기업에 의해 제조된다. 모바일폰 카메라의 모듈구조를 살펴보면 아래 그림과 같이 렌즈 커버, 렌즈 모듈, 센서 모듈 등이 합쳐진다.

■ 모바일 폰 카메라의 모듈구조



4. 모바일폰 카메라 렌즈의 설계

모바일폰 카메라 렌즈의 설계를 알아보기에 앞서 모바일폰 카메라에 들어가는 플라스틱 렌즈의 장단점

을 알아둘 필요가 있다.

모바일폰 렌즈는 가격절감, 환경 내구성, 경량화 등을 위해 플라스틱 렌즈를 사용하고 있는데 플라스틱은 비구면화가 가능하고 소재가 가벼우므로 경량화가 가능하고 금형제작을 통해 염가로 대량생산이 가능하고 글라스 렌즈에 비해 단품 렌즈의 제조공정이 간단하다는 장점을 가지고 있다. 반면, 온도·습도·충격 등 환경변화에 민감하고 제품 성형조건과 소재 종류에 따라 광학적 특성변화가 크고 광학설계 시 소재선택의 폭이 적고, 금형제작에 리스크(Risk)부담과 초기투자 비용이 크다는 단점이 있다.

모바일폰 카메라 렌즈의 핵심과제는 렌즈소재로 갈수록 작고 환경 내구성에 강한 가볍고 저렴한 조건 등을 시장에서 요구하고 있다. 때문에 치열한 시장경쟁에 따른 원가 절감 요구 등이 작용함에 따라 렌즈소재로 플라스틱 재질에 대한 개발이 활발하게 진행되고 있다.

모바일폰 카메라 광학계 설계 시 고려해야 할 사항을 항목별로 살펴보면 다음과 같다.

- ▶ 해상도 : CCD/CMOS의 Pixel size를 고려해 광학계 설계를 해야하며 경험상 계산치에다 +30% 정도에서 해상도를 정하는 것이 결과의 해상도가 됨을 설계시 고려해야 한다.
- ▶ 초점거리/화각 : 초점거리는 센서 크기에 따라 다르며, 화각은 62° 정도로 하면 표준이 된다. 모바일폰으로 본인의 얼굴을 촬영할 경우가 많으므로 화면이 얼굴 크기의 1.5배가 되게하고 뒷배경이 충분히 보이도록 설계시 고려해야 한다.
- ▶ F-Number : CCD센서가 CMOS센서보다 감도가 좋으므로 CMOS보다 F-Number를 크게 해도 좋다. CMOS용의 경우가 2.2~2.8정도이면 CCD용은 3.0 이상도 된다. 특히 F-Number는 해상도에 민감함으로 설계시 고려해야 한다.
- ▶ 광학전장 : 화질, F-Number 등의 기본 사양의 향상에 상반되는 항목이지만 기능, 디자인 등의 모바일폰 카메라의 전체 및 수납 기능 등을 고려하여 설계목표를 정하는 것이 바람직하다.
- ▶ 렌즈 외경 : 렌즈가 점점 작아지므로 Gate cutting을 충분히 고려하여 외경 크기 설계를 고려해야 한다.
- ▶ 최지근 촬영거리 : 모바일폰 카메라는 최지근 촬영

거리가 중요한 관리 포인트이다. 본인의 얼굴 영상, 명암들을 촬영할 경우가 많이 있으므로 설계시 반드시 고려해야 한다. 일반적으로 VGA(30만 화소급)는 20cm~∞ 범위까지 충족된다. 메가픽셀일 경우 기구적으로 가능하게 설계를 고려해야 한다.

▶**최대상고(Max Image height)** : 촬상소자의 유효 촬상 영역의 중심과 광학계의 광축과의 틀어짐량을 고려하여 설계해야 한다.

▶**Shading** : Film 사진렌즈나 VTR렌즈보다 주변 광량을 충분히 고려해야 한다. Film 사진렌즈는 20%, VTR렌즈는 30% 정도면 되지만 CMOS용 렌즈는 50% 이상은 확보해야 하며 CMOS 센서의 Macro 렌즈의 입사각을 고려해서 설계 시 출사동 위치를 SPEC에 일치하도록 설계해야 한다.

▶**왜곡수차** : Film카메라와 동등한 수준으로 하던 바람직하나, 단말기 업체에서는 아주 이상적인 것을 요구하는 업체도 있다. Optics 왜곡이 -2% 이내이면 된다.

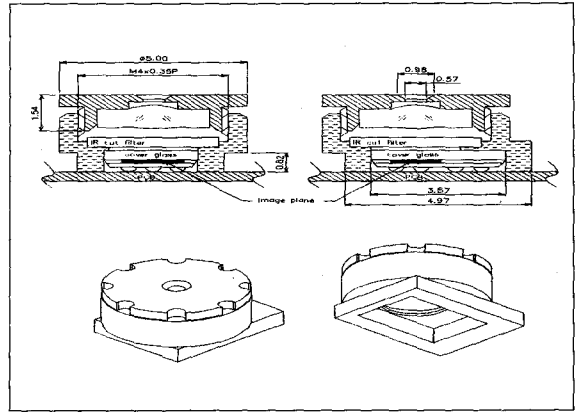
▶**Ghost/Flare** : 동화상일 경우에는 눈에 잘 띄지 않으나 정지 화상으로 보면 눈에 쉽게 띄기 쉬우므로 설계 Contrast를 충분히 고려한 설계가 필요하며, 특히 성형 사출시 노하우를 갖고 있어야 한다.

▶**제조오차** : 렌즈 형식과 광학전장에 많이 의존된다. 특히 Power 렌즈에 대해 충분히 검토하고 Tilt, Decent, 공기간 거리 등 공차분석을 반드시 해야 한다.

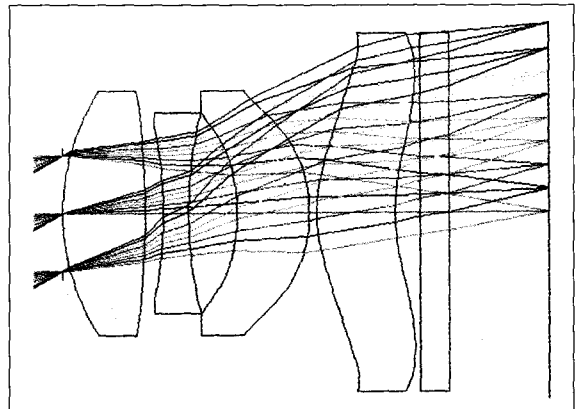
5. 향후 모바일폰 카메라 렌즈의 과제

모바일용 CCD/CMOS 촬영소자의 제조기술의 발전은 현재 130만 화소급까지 개발이 완료된 상태다. 광학 메이커는 사양, 성능, 가격 등의 요구사항을 신속히 만족시키는 설계 및 제작능력을 갖춰야 한다. 현재 주류를 이루고 있는 것은 VGA급이나 2003년 말 부터는 메가픽셀급이 급속도로 증가될 것으로 추정된다. 조만간 줌(Zoom) 기능을 갖춘 모바일용 렌즈도 출시될 것으로 예상되며, 최우선 과제는 성능 및 소형으로 설계 및 제조기술을 갖추는 것이 시급하다. 목표로 하는 사양에 충실히 만족할 수 있는 렌즈 형태를 기본으로 하고 제조오차 민감도를 최소로 줄이는 방향으로 설계하는 것이 바람직하다.

■ 모바일폰 카메라 렌즈 구성도

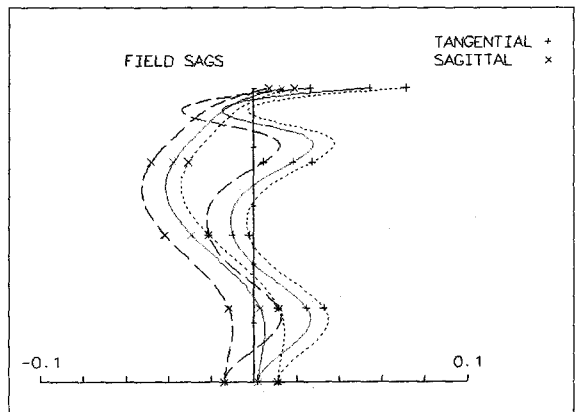


■ 130만 화소급 모바일폰 렌즈 Layout도

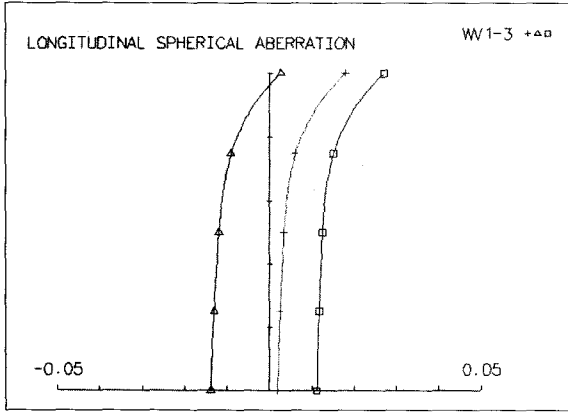


- 130만 화소급 렌즈는 '2Plastic+2Glass' 렌즈로 화상질을 최상으로 하였으며 소형으로 한 것이 특징이다.

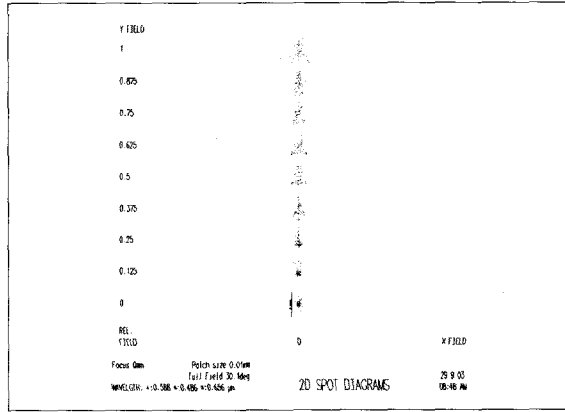
■ 수차도-1



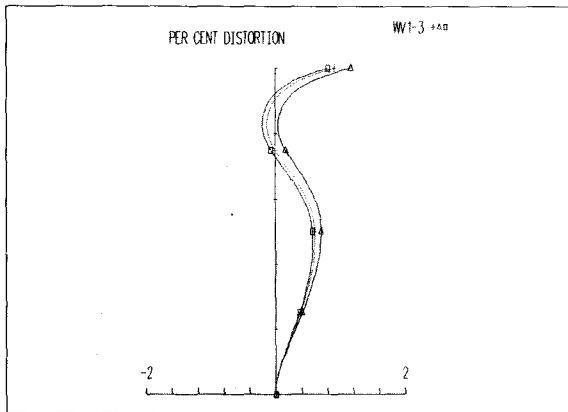
■ 수차도-2



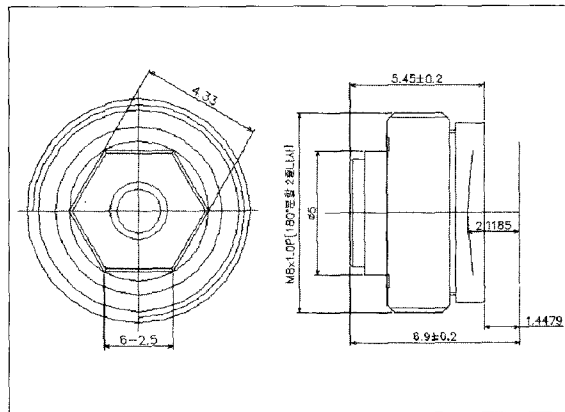
■ Spot diagram도



■ 왜곡 수차도



■ Model A' ssy도



www.prooptics.co.kr

프로옵틱스 홈페이지가 새롭게 개편됐습니다.



경기도 이천시 대월면 사동 3리 347-138(3층)

전화/팩스 : (031) 637-0732/0733

E-mail: proopt@kornet.net

연구소장 · 이학박사 정진호

(HP:011-304-1353)

- 렌즈설계, 광학시스템 설계 및 제작
- Vision Inspection 광학계 설계 및 제작
- 초정밀 광학부품 설계 및 제작

- 업체기술자문 및 위탁(위촉) 연구수행
- 노광광학계(LCD, PCB, 반도체 등) 설계 및 제작, 수리
- 서울광학산업(주) 기술영업대행

