

# 모바일용 카메라모듈의 기술동향 및 시장전망

일본에서 먼저 100만화소급 이상의 모바일용 카메라모듈이 상품화되면서 우리나라도 그 뒤를 따르고 있는 가운데 렌즈에 있어서는 현재 Plastic lens와 얼마 Glass lens로 국내에서는 대응하고 있지만 품질과 수량을 맞추기 위해 프레스 몰딩 Glass의 개발능력과 생산능력을 조속히 키우는 것이 시급하다. 또한 모바일용 카메라 모듈은 품질도 중요하지만 무엇보다 중요한 것은 생산능력, 제품의 균일성과 가격이다. 이를 위해 packaging공정은 현재 자동화로 진행되고 있으나 아직 렌즈 생산은 완전히 수동으로 진행되고 있다. 정상적인 사업을 위해서는 렌즈생산의 자동화는 반드시 이루어져야 한다고 생각한다.

지금으로부터 약 7년전, 반도체 Lithography 장비 광학계를 맡고 있던 필자는 우연히 DSC팀에 갔다가 흥미있는 광경을 목격했다. 지금 기억으로 마츠시다 제품이었는데 성능은 둘째치고 그 당시 기준으로 엄청 작은 크기의 카메라였던 것이다. 나중에 들은 바로는 삼성항공(현재 삼성테크윈)에서 생산 판매하는 감시카메라용 판촉물로 그 소형 카메라를 소개한 것이었다. 당시만해도 호기심 차원에서 카메라의 구조를 살펴보았는데, 렌즈는 플라스틱 DOE(Diffractive Optical Element)였다. 당시에는 그러한 카메라모듈이 모바일용으로 큰 주목을 받으리라고는 상상도 못했었다. 결과적으로 아쉽지만 삼성항공에서는 그 카메라모듈에 대한 관심이 전혀 없었다.

## 한국과 일본, 카메라 없는 핸드폰은 점차 사라질듯

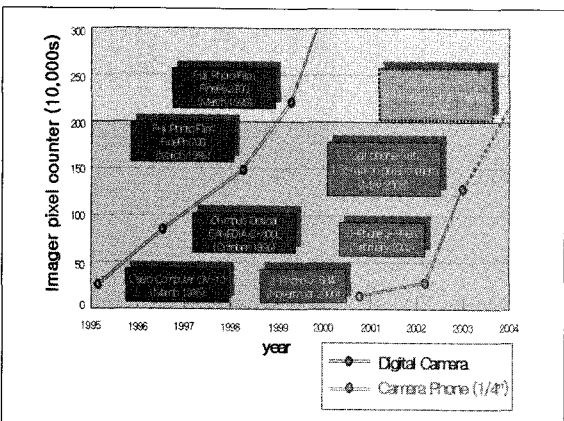
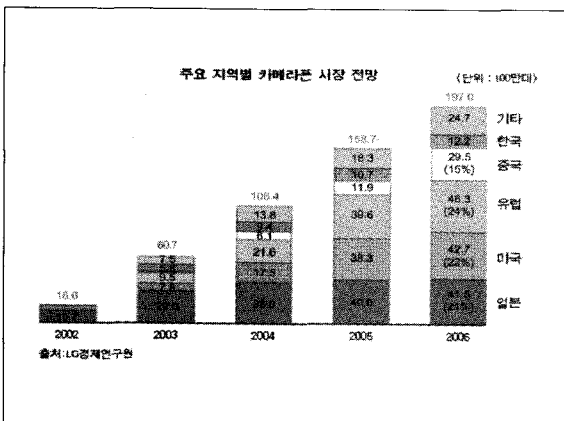
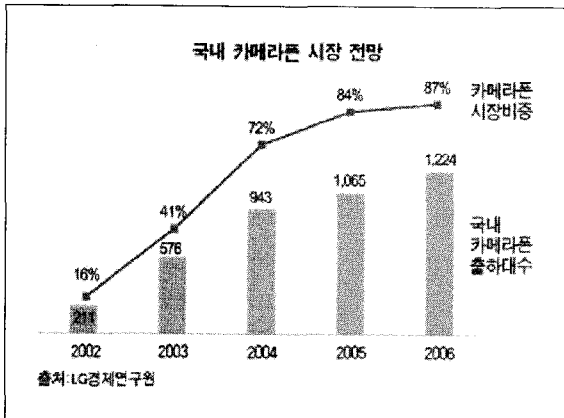
Camera module 시장현황에 관련된 자료는 주위에 더 정확한 정보가 있으므로 관련 자료를 참조하기

바란다. 중요한 것은 이 시장이 상상을 초월할 정도로 크다는 것과 국민 특성상 카메라를 좋아하는 한국과 일본에서는 카메라없는 핸드폰을 앞으로 찾아 보기 힘들지 않을까 생각된다.

처음 카메라 모듈 개발은 IMT-2000개념으로 핸드폰을 이용한 동화상통신을 구현을 위해 시작했고, 단지 이러한 개념만으로는 항상 '감시당한다'는 인식이 들어 카메라모듈이 주목받지 못했다. 하지만 통신속도의 제한등 IMT-2000이 부진을 면치못하자 카메라모듈은 화상통신의 개념보다는 DSC(Digital Still Camera) 개념으로 전환됐고, 항상 휴대하는 핸드폰과 즉석에서 사진을 찍고 볼 수 있다는 DSC와의 궁합이 너무나도 잘 맞아 떨어졌다.

또한 통신회사에서 DSC와 관련된 사진전송 서비스와 사진출력서비스에 대한 사업전략과도 잘 일치되었다.

따라서 사업자와 소비자의 요구(needs)가 동시에 충족되는 황금알과도 같은, 그리고 확실한 사업 아이템으로 주목받게 되었다.



### 카메라모듈 응용

2001년도의 어느날, 필자는 무선전자지불 시스템을 개발하는 벤처기업인 'paybank'라는 회사에서 연락을 받았다. 개발하고 있는 카메라를 이용한 지문인식을 할 수 있는지에 대한 문의 전화였다. 그 당시 지문인식에 대한 알고리즘과 어느정도의

렌즈사양을 요구하는지에 대한 정보가 없어서 선뜻 답하지는 못했지만 일단 긍정적인 입장에서 지문인식을 하기 위해서는 오토포커싱, 혹은 매크로기능이 필요하다는 생각을 했다. 그래서 개발 착수를 시도했지만 당시 주위의 관심부족으로 활발한 진행은 못했었다.

그러나 현재는 오토포커싱과 매크로구형을 하는 렌즈모듈은 개발이 완료 되어가고 있고 올해 안으로 삼성전기에서 양산을 준비 중에 있다.

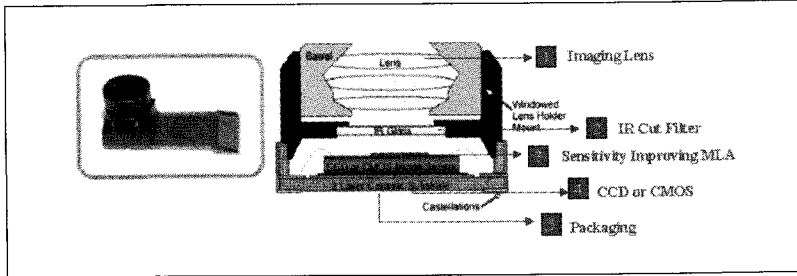
고객의 요구는 현재 화질이 100만 혹은 200만 화소급 정도의 화질을 요구하고 있다. 화질뿐만 아니라 오토포커싱, 매크로는 물론 광학 줌, 그리고 어두운 곳에서 촬영할 수 있도록 후레쉬 기능까지 요구되어 지고 있다. 모바일용 카메라 모듈의 trend는 4,5년 전 DSC의 경향과 비슷하게 흘러가고 있는데 경우에 따라서는 핸드폰에 카메라기능이 있는 것인지 카메라에 핸드폰 기능이 있는 것인지 혼란스러울 때도 있다.

기술한 대로 오토포커싱과 매크로 기능은 일부 수동으로 구현이 되었고 자동으로 구현되는 기능은 곧 양산 될 것으로 보인다. 다만 광학 줌 기능은 2년 전부터 일본등지에서 개발되었지만 크기의 한계 문제등으로 아직은 적용이 안 되는 것으로 보인다. 국내에서도 초음파 모터등으로 개발이 진행 중이지만 상품으로 출시되는 시기는 아직 예측하기 어렵다.

핸드폰에 적용하기 어려운 광부품중에는 광학 줌 렌즈 뿐만 아니라 Flash기능이 있다. 현재 어설픈게나마 고휘도 LED를 적용하고 있지만 후레쉬 기능으로써는 역부족이라는 생각이 든다. 필자조차도 그 조그만 핸드폰이 현재 DSC 같은 후레쉬가 내장형으로 장착될 수 있을지 궁금해진다.

그러나 처음 2000년도 당시에 VGA급 카메라 모듈 높이가 7mm 이하가 불가능하다고 생각을 했었는데 지금은 5mm 이하로 구현되고 있는 현실만 보더라도 후레쉬가 내장형으로 장착될 수 있을지는 아직 모르는 일이다. 그러나 사업이 된다면 무엇을 못할까...

### 카메라모듈의 구조와 경향



### 1. Imaging lens

모바일용으로 처음 적용된 렌즈는 10만화소급(CIF) 단매 플라스틱 렌즈였다. 2001년도 총 수량 1000만 대 이상 정도를 예상했지만 VGA급(30만화소)이 플라스틱 렌즈 2매로 소형화 되면서 CIF급 물량은 예측보다 저조해졌다. 처음에 CIF급은 단매인 관계로 렌즈의 수율은 별 문제가 되지 않았다. 그러나 VGA급에서 2매 플라스틱렌즈가 표준으로 진행되면서 렌즈 단품에 대한 불량과 조립불량 등의 이유로 그 수율은 만족할 만한 상황이 아니다. 국내에서는 몇몇 업체가 생산을 하고 있지만 기술한 대로 사출 및 조립에서 아직 안정화 해야 할 숙제가 남겨져 있다.

올해부터 일본에서 100만 화소급 이상의 카메라모듈이 상품화 되면서 렌즈 부분에서 해결해야 할 일들이 생겼다. VGA급 처럼 플라스틱 렌즈로만 해결할 것인가, 아니면 화질 및 신뢰성 문제로 글라스 렌즈를 적용해야 할 것인가 하는 문제들이 그것이다. 아직은 일본 제품에 대한 정밀 분석은 진행을 못했지만 플라스틱 3매, 1개 비구면 프레스 몰딩 글라스 와 2매의 플라스틱, 2매의 비구면 프레스 몰딩 글라스 와 1매의 플라스틱 렌즈가 100만화소급 이상의 렌즈로 적용되는 것으로 안다.

중요한 것은 비구면 프레스 몰딩 글라스를 적용한다는 것이다. 100만화소급 이상에서도 높이는 현재의 VGA급 수준으로 개발되어야 할 것으로 보인다. 화질을 높이면서 높이도 낮추기 위해서는 비구면 프레스 몰딩 글라스의 적용이 필수적이라는 것이 지배적인 의견이다. 필자도 비구면 프레스 몰딩 글라스 렌즈를 적용하는 것이 바람직하다고 생각하지만 국내여건상 비구면 프레스 몰딩 글라스를 수십만개 이상을 양산할 수 있는 업체가 아직은 없다. 단지 삼성전기가 수만개 정도의 생산할 수 있는

여력이 있을 뿐이다.

따라서 100만화소급 이상의 모바일용 카메라모듈 렌즈에 있어서는 현재 플라스틱 렌즈와 연마 글라스렌즈로 국내에서는 대응하고 있지만 품질과 수량을 맞추기 위해 프레스 몰딩 글라스의

개발능력과 생산능력을 조속히 키우는 것이 시급하다고 생각한다. 왜냐하면 일본에서도 비구면 프레스 몰딩 글라스렌즈도 CCD와 함께 공급이 모자란다는 소식이 전해지고 있는 상황이다.

또 하나의 중요한 문제는 양산 수량이다. 한 업체에서 월 100만개 혹은 200만개이상의 렌즈를 생산하기 위해서 현재와 같은 수공업형태는 불가능하다. 특히 투영기로 렌즈 검사를 진행하고 있는데 제품의 균일성과 물량을 기준으로 보면 결코 바람직하지 않은 방법이다. 이를 위해 삼성전기내에서 업체를 선정하고 렌즈자동평가기를 개발 진행 중이다. 완료 후에는 이를 기준으로 렌즈생산 조립업체에 생산을 의뢰할 예정이다. 그 다음으로 렌즈의 자동조립으로서 일부 업체가 진행하고 있는데 아직은 원활하지 않은 상황이지만 반드시 이루어져야 한다는 생각이고 이미 일본에서는 자동조립이 이루어지고 있다.

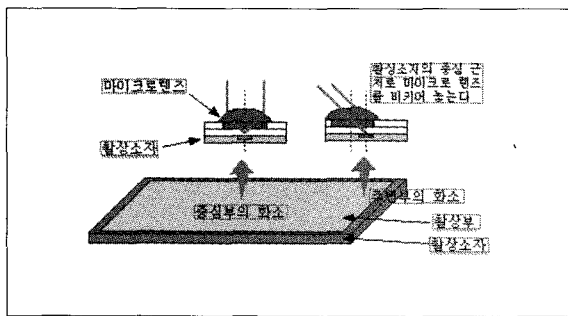
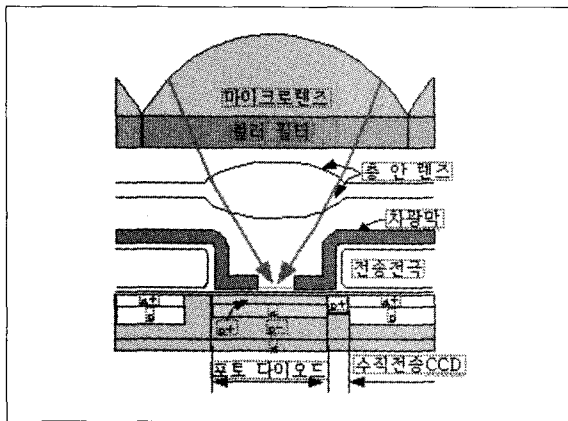
### 2. IR cut filter

CCD camera와 DSC를 보면 Dichroic coating을 한 IR Filter를 찾아 보기 어렵다. PC camera가 저가격의 Dichroic IR filter를 적용하면서 이 Filter가 현재 카메라 모듈 대부분에 적용되고 있다. 하지만 이 Filter는 입사각도 의존성으로 색 균일도가 안 나오기 때문에 100만 화소급 이상의 카메라모듈에서는 IR을 흡수하는 Blue glass를 적용해야 할 것으로 생각한다. 특히 렌즈 특성상 모바일용 카메라모듈은 높이가 낮고 화각이 크므로 색균일성에 있어서는 심각하게 Dichroic IR filter의 적용을 고려해 보아야 할 것이다.

또 한가지의 문제는 기존의 IR filter업체들은 코팅환경이 class 10000정도로 알고 있다. 이로 인해 코팅면에 이물이 생기게 되는데 cover glass와 IR

filter를 겸용하고 있는 카메라모듈에서는 이 이물이 카메라모듈의 전체 불량률을 초래하므로 그 이물은 매우 치명적이라 할 수 있다. 현재 햇빛정보에서만 class 100정도에서 코팅을 하고 있는 것으로 아는데 앞으로 코팅업체에서 이러한 이물관리를 할 수 있는 코팅환경을 준비해야 할 것으로 본다.

그 밖에 filter를 절단 할 때 생기는 불량관리도 조속히 안정화 되기를 기대하고 국내에서 Blue glass의 개발 및 생산을 기대한다.



### 3. MLA : Micro Lens Array

이미지 센서(Image sensor)위에는 빛의 집광도를 높이기 위해 각 화소마다 Micro lens가 올라가 있다. 특히 주목할 것은 센서의 구조이다. 공정상 photodiode와 그 주위에 절연층, 전송적극층 등으로 구성되어 있다. sensor에 따라 차이가 있지만 맨 위층까지 약 4~6um 정도의 높이로 dam이 존재하게 된다.

참고로 pixel size라 함은 실제 photodiode 크기가 아닌 pixel 과 pixel 사이의 간격이고 실제 크기는

40~60% 정도를 차지한다. 그리고 그 면적도 중앙에 위치하지 않는다.

MLA는 fill factor를 높이는 역할을 하여 Image sensor의 감도를 증가시킨다. 하지만 기술한 대로 photodiode 위에는 dam이 있는 관계로 사각으로 입사되는 빛은 photodiode에 도달하지 못하게 되는데 이로 인해 렌즈의 높이가 낮아질수록 사각으로 입사되는 주변은 더욱 어둡게 된다. 초기에는 이러한 문제로 렌즈 높이가 많이 제한되었지만 최근에는 MLA를 Field별로 shift하여 사각으로 입사되는 주변부의 빛이 photodiode에 도달할 수 있도록 하여 주변 광량비를 향상시키고 있다. 아직 이 기술은 sensor 업체마다 약간의 성능차이가 있다. 초기에 sharp등에서는 이 주변부가 어두워지는 shading현상을 보완하기 위해 주변부의 sensor의 gain 값을 올리는 기능을 추가 하였다. 다시 말해서 모듈의 높이를 제한하는 문제는 sensor의 이러한 구조와 렌즈의 telecentric 각도와 매우 연관이 깊다.

### 4. Image Sensor

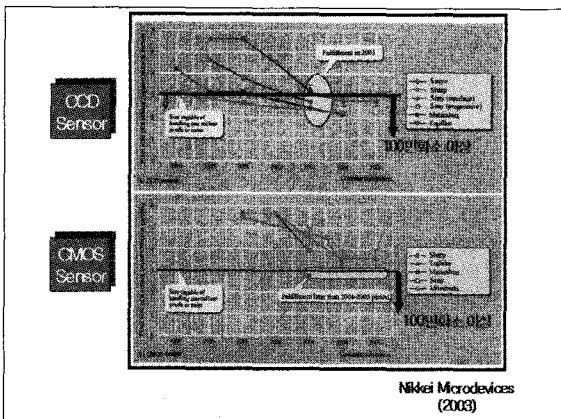
카메라 모듈에 있어서 현재 sensor종류는 흔히 크게 CCD와 CMOS 2종류를 나누고 있다. CMOS는 저소비전력, CCD는 고화질로 대표되는데 아무래도 저소비전력보다는 고화질이 우선이다. 2002년도에는 저소비전력 고화질의 VMIS(Threshold Voltage Modulation Image Sensor)개발에 성공했다는 보고가 있었다.

Sensor방식의 동작원리는 다음 기회로 접어 두고 우선 pixel size가 중요한 관건이 된다. 현재 보편적으로 적용되는 CMOS의 pixel size는 5.6um이다. 이를 30만화소급 기준으로 따지면 이미지 영역이 1/4"가 된다. 지금까지 상품화로 진행된 최소 size는 Pictos의 5um이다. 하지만 저조도 특성은 개선되지 못하였다. CMOS용으로 최소 size는 3.2um 정도로 예상되고 있는데 2004년도에 본격적으로 양산이 가능할 것으로 보인다. 그에 비해 CCD는 3.3um정도 이고 1.8um가 그 한계로 보인다.

따라서 높이 입장에서 보면 CCD가 CMOS에 비해 고화질에 박형 카메라 모듈에는 유리하다. 하지만

CMOS에 비해 공정상 A/D converter 및 ISP를 내장할 수 없는 관계로 주변부 회로가 필요하므로 노이즈와 가로 및 세로 크기에는 CMOS에 비해 불리하다.

어쨌든 화질면에서는 CCD를 선호하는 상황이고 일본업체에서만 CCD가 대량생산하는 관계로 전세계적으로 CCD가 부족하다. 이에 비해 CMOS는 반도체 메모리 공정으로 생산이 가능한 관계로 관련된 업체가 전세계적으로 무수히 많고 CCD에 비해서 수급이 상당히 수월하고 융통성이 뛰어나다. 특히 CMOS에서는 화상처리하는 DSP 기능을 내장할 수 있고 카메라 모듈 제조 공정을 간략화 할 수 있기 때문에 대량화 및 저가격에 적합하다.



### 5. Packaging

모듈을 소형화 하기 위해서는 Packaging방식도 많은 영향을 미친다.

PC 카메라에서는 세라믹 CLCC type을 적용하여 신뢰성 및 안정성은 인증받았으나 와이어 본딩을 해야 하는 관계로 가로 및 세로 크기가 제한을 받게 되고 세라믹에 대한 재료비 부담도 있게 된다. 이를 해결하기 위해 COB(Chip On Board), COF(Chip On FPCB) type으로 가로 및 세로 크기를 줄이고, 특히 COF type으로 PCB 두께만큼 높이를 줄이고 있다. 3년전부터 이스라엘 업체인 shellcase에서 개발 및 양산 중인 CSP(Chip Scaled Packaging)방식을 적용한 카메라 모듈이 생산되고 있지만 아직 수율이 안정 되어있지 못하다. 1 chip solution인 경우는 COF 및 CSP packaging이

적합하지만 2 chip solution인 경우는 COB type이 적합하다고 생각한다. 특히 전극을 연결하는 방식에서 인증된 wire bonding이 생산에 안정적이지만 소형화를 위해서 stud 혹은 plate gold bumping을 적용하여 ACF 및 NCP으로 Flip Chip bonding하여 카메라 모듈 생산이 진행되고 있다.

모바일용 카메라 모듈은 품질도 중요하지만 무엇보다 중요한 것은 생산능력, 제품의 균일성과 가격이다. 이를 위해 packaging공정은 현재 자동화로 진행되고 있으나 아직 렌즈 생산은 완전히 수동으로 진행되고 있다. 정상적인 사업을 위해서는 렌즈생산의 자동화는 반드시 이루어져야 한다고 생각한다.

필자가 모바일용 카메라모듈일을 한지가 DOE 렌즈개발 건을 포함하면 6년정도가 된거 같다. 어떻게 보면 제법 오랫동안 해 온 일이지만 일본이 해 왔던 것을 생각해 보면 그리 길지만도 않은 시간이라는 생각이 든다.

국내에서 처음 모바일용 카메라모듈에 대해서 기획을 시작한 것은 삼성전자 LSI 사업부였다. 필자가 1998년 4월 삼성항공에서 삼성전기로 전배오자마자 삼성전자 LSI사업부에서는 CMOS Image Sensor 개발을 하고 삼성전기에서 렌즈와 Packaging 개발을 요청했었다. 물론 최소한의 크기가 가능하도록 설계가 필요하였다. 그러나 불행이도 IMF영향으로 삼성전자의 CMOS Image Sensor개발 과제는 한시적으로 보류가 되었고 삼성전기에서는 독자적으로 연구소 중심의 카메라모듈 개발을 시작했다. Packaging은 COB(Chip On Board)와 렌즈는 단렌즈 기준으로 플라스틱 렌즈 개발에 착수했다. 당시 국내에서 Plastic lens는 필름카메라의 뷰파인더 및 Pickup 렌즈 정도로 사용되는 것으로 인식되던 때라 카메라용으로 플라스틱렌즈를 개발한다고 했을 때 주위의 반응은 한마디로 냉담했다. 하지만 분명한 것은 미국과 일본에서는 플라스틱재질을 향상시키고 카메라용으로 플라스틱렌즈 개발과 양산을 진행하고 있었다.

선진사들, 특히 일본은 카메라모듈사업에서 이미 10년 전 혹은 그 이전부터 준비를 해왔다. 그리고 그

성과에 대해서 지금 많은 혜택을 받고 있다. 현재 VGA 카메라모듈은 \$10대에 거래가 이뤄지고 있는데 일본에서는 초기에 \$20대에 판매되었던 것으로 안다. 앞으로 \$7대로 떨어질 예상인데 수익성이 상당히 악화되리라 생각한다. 반면 메가 픽셀(Mega pixel)급은 \$30~\$40에 판매가 되는 것으로 예측되고 2004년에는 \$20대에 가격이 형성될 것으로 보인다. 하지만 \$10대에 가격형성도 멀지 않으리라 예상된다. 우리가 본격적으로 시장 진입시에는 가격적인 면에서 그리고 공급하는 수량면에서는 혜택이 적어지라는 것이 몹시 아쉬운 상황이다. 지금이라도 좀 더 준비된 기술과 경험으로 카메라모듈같은 사업 아이템을 준비했으면 한다.



김영준

삼성전기(주) 종합연구소  
선임연구원

2001년 정밀기술진흥대회에서 기술개발상 유공자로 국무총리표창을 받았고 현재 정밀기계부회 광학 및 광학기기(ISO/TC172/SC 3,4,5) 전문위원회 위원으로 활동하고 있다.

### 늘 곁에 있어 소홀하지는 않으십니까?

여기서 잠깐!

‘광학세계’가 산업계, 학계, 연구계의 큰 관심과 기대 속에서 유일한 전문지로 태어난지가 벌써 14년이 되었습니다. 긴 시간 한결같이 베풀어 주신 지원과 보살핌에 진정으로 감사드립니다. 그동안 ‘광학세계’는 부족하나마 광산업 각 분야별 국내외 시장 동향 및 신기술을 소개하고 학계 및 연구계와 자연스러운 교류의 장을 만들면서 광학인들의 공동 발전을 위한 가교 역할을 해왔다고 감히 자부합니다. 그러나 최근 여러분의 관심이 부족 줄어 안타깝습니다. 항상 곁에 있는 것에 소중함을 느끼지 못하듯이, 혹시 너무 오랫동안 쉽게 접할 수 있는 ‘광학세계’였기에 소홀하지는 않으신지요? 독자여러분의 우송료 납부와 질적 향상을 위한 적극적인 참여가 절실합니다.

하나, 우송료 12,000원을 내주세요	둘, 원고 투고를 기다립니다.
<p>‘광학세계’는 1년 우송료 12,000원 외에 따로 책값을 받지 않았습니다. 그럼에도 대다수 정기구독자가 우송료조차 납부하지 않는 ‘무료 독자’입니다.</p> <p>‘광학세계’는 순수하게 광고비로만 발간되고 있습니다. 최근 광고도 급격히 줄어 우송료마저 큰 부담이 되고 있습니다. 우송료 납부에 자발적으로 참여해 주시고, 입금후에는 꼭 연락 주시기 바랍니다.</p> <p><b>입금계좌 : 국민은행 084-01-0156-856</b> <b>예금주 : 한국광학기기협회</b></p>	<p>‘광학세계’는 항상 여러분의 의견에 귀 기울입니다. 원고 기고, 기획 제안 등 여러 가지 방법으로 참여해 주십시오.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 원고 기고-논문, 국내외 신기술·동향, 전시회 참관기, 연수기, 수필 등</li> <li>2. 추천-모범사원을 추천해 주세요. ‘이달의 광학인’에 선정, 직접 취재하겠습니다.</li> <li>3. 기획 제안-원고 내용이나 편집에 의견이 있으면 언제든지 연락 주십시오.</li> </ol>

「광학세계」 편집부  
주소 : (137-842)서울시 서초구 방배동 912-5 백산커뮤니티빌딩 4층 한국광학기기협회  
전화 : (02)581-2321/팩스 : (02)588-7869/이메일 : pjy@koia.or.kr