

고해상도 카메라렌즈용 차광 필름 국산화 개발

윤석일*, 이정남**, 이승한**

*한밭대학교 산학협력단, **주식회사 코윈티엔에스

e-mail : mecha722@hanbat.ac.kr

Development of light shielding black film applied into high resolution camera lens for import replacement

Seok-II Yoon*, Jeong-Nam Lee**, Seung-Han Lee**

*Hanbat National University, **Kowon T&S Inc.

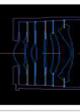
요약

본 연구는 고해상도 카메라 렌즈용 차광 필름의 국산화 개발에 대한 연구이다. 휴대폰용 카메라는 다수의 렌즈 간 상면만곡을 조절하면서, 플레어 발생을 최소화하기 위한 다수의 차광필름이 적용되고 있으며, 현재 일본으로부터 전량 수입하여 사용되고 있다. 최근 모바일용 스마트폰은 트리플, 쿼드, 줌렌즈등의 고급 사양으로 발전하고 있으며, 차광용 전후방 카메라등의 수요까지 급증하면서 차광필름의 적용 분야와 수량이 증가하고 있다. 이와 같은 배경에서 살펴보면, 차광필름의 국산화는 국가 차원의 중요한 기술 개발과 연구의 필요성이 대두되고 있으며, 소재부품장비 국산화대상 품목으로도 지정이 되어 있다. 본 기술 개발은 국산화를 시도하는 기업과 대학간의 산학협력으로 추진 되었으며, 상용화를 위한 기초 기술 개발과 상용화를 위한 상품화개발의 단계로 연구를 진행하였다. 블랙잉크 기반 비카본 용액제조 기술 개발과 마이크로 그라비아 층 코팅 기술 개발을 통해 1 마이크로 두께로 관리되는 차광필름의 두께 보증기술개발을 추진하였다. 고해상도의 스마트폰 카메라 사양에 맞는 다양한 Grade의 차광필름을 톨투를 대면적 코팅기술을 확보하여 개발하였다. 대면적 코팅 시 발생하는 열주름 현상 및 대전방지 코팅기술에 대한 다양한 실험을 진행하였다. 또한 휴대폰 완제품 업체에서 핵심 품질지수로 관리하는 플레어 현상 방지를 위한 기재 PET 필름의 혁신적 적용을 진행하였으며 이 필름에 적합한 용액 개발과 박막의 코팅 제조 기술을 개발하였다.

본 연구 결과로 코팅된 차광필름 원단을 적절한 폭과 길이로 슬리팅 후 내경과 외경, 형상과 치수 조건에 맞추어 펀치 피어싱 가공을 진행하였고, 화학적 에칭공법으로 스페이서 내경부를 후처리하여 완성품을 제작하였다. 제작된 스페이서는 정량적인 평가 항목으로 평가하여 제품성을 검증하였다. 향후 본 상품화 개발 결과에 대한 양산화 연계를 통해 해당 부품의 휴대폰카메라 렌즈 적용을 통해, 수입 대체 효과가 기대되며, 카메라 렌즈용 스페이서의 국내의 공급망 다변화를 통한 제품경쟁력 확보와 개발업체의 매출 증대와 고용증대 효과가 기대된다.

1. 서론

스마트폰의 고사양화로 핵심 부품의 사용량이 증가하고 있다. 특히 고해상도 카메라 모듈의 장착으로 박막형 차광필름의 중요성이 대두되며, 물량 증가로 인한 전량 수입하고 있는 스페이서의 국산화 개발이 절실히 필요하다.

검사 환경	VGA	1M~3M	5M~13M	16M
내부 구조				
구성	2P	3P~4P	4P~5P	6P

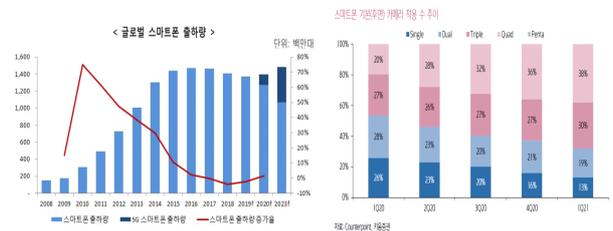


[그림 1] 휴대폰 카메라 모듈 진화 (듀얼폰, 트리플, 광학줌카메라)

글로벌 스마트폰 출하량은 5G 도입 등으로 지난 3년간 역 성장에서 탈피하면서 2019년 13.7억대 2023년 14.9억대로 연평균 2.0% 성장할 전망되며, 스마트폰 보급률 확대, 가격 상승 등으로 스마트폰 출하량은 2017~2019년에 역성장했으나 5G 확대 등으로 인해 스마트폰 중기 성장 모멘텀을

형성 5G폰 출하량은 2020년 1.2억대에서 2023년 4.2억대로 연평균 50% 성장이 전망된다.

통신·디스플레이 기술발전 등으로 스마트폰을 통한 콘텐츠 소비가 증가하면서 디스플레이가 대형화되고 폴더블폰, 플립폰등의 출시 등으로 Form Factor(제품의 구조화된 형태) 변화를 유발하면서, 스마트폰 수요 증가는 증가할 것으로 예상된다. 스마트폰 산업의 경쟁이 심화에 따라 스마트폰 제조업체들은 고객의 수요를 충족시키기 위해서 고사양 카메라 경쟁이 지속될 것이라 전망된다.[1]



[그림 2] 모바일디바이스와 카메라모듈 출하량과 점유율 [1]

화소수 경쟁에 따라 스마트폰에 탑재되는 카메라렌즈 수가 증가하면서 두께로 인한 문제가 발생했고, 이러한 문제 해결을 위한 대안으로 듀얼카메라, 트리플, 광학줌 카메라를 적용

하면 스마트폰 카메라 돌출 부위를 줄여 얇고 매끈한 디자인을 구현할 수 있으며 또한, 기존 카메라보다 스마트폰 한 대당 적용 모듈 수가 5 배로 늘어나 수요도 크게 증가할 것으로 예상되므로, 본 연구개발대상품인 차광필름의 개발 중요성은 매우 크다고 판단된다.

2. 연구 개발 목표

2.1 상품화 분석

차광필름국산화개발을 위해 상품화 SWOT분석을 통해 기술과 제품의 강점과 약점, 환경 시장에서의 위협요인과 기회요인등을 분석하여 상품화의 방향을 결정하였다.

[표 1] 스마트폰 차광필름 개발을 위한 SWOT분석

	Strengths(강점)	Weaknesses(약점)
	-Sustainable 부품 -Coating의 정밀제어 기술 -대형 Coating라인 & 소재기술의 집합체	-대면적 제조설비의 투자 -공정기술과 설비 운용 리스크 내재 -대기업위주의 세트 메이커 (B2B) 사업
Opportunity(기회)	S-O 전략	W-O 전략
-스마트폰 전 후방카메라 수량 증대 -Dual, Triple, Quad Camera 수량 증가 -차량용 전후방 카메라, 어라운드 뷰 카메라 적용 증가	-스마트폰의 렌즈 수량증가에 따른 품목별 수량 대응 전략 -기술의 적용 제품 다변화 전략 (차량용, 드론용)	-대면적 코팅 설비단일품목 집중화 방지 전략 -대기업위주 승인후 판매를 중소 1차, 2차 협력사로 분산하여 리스크 해소
Threat(위협)	S-T 전략	W-T 전략
-부품의 대체재 개발 (Metal spacer) -대일본 기업과의 특허 분쟁 -국내외 부품, 소재 개발 대체 개발업체 출현	-독점적 지위의 일본기업의 특허 위협요인 제거 -휴대폰에 필수적인 부품으로 중장기적 사업 런칭 전략	-공정기술, 핵심 인력의 유출 방지 -부품의 대체소재와의 비교 우위 분석과 전략 구축

2.2 경쟁사 제품 분석

언급한 것처럼 수입중인 차광필름은 일본의 KIMOTO, SOMAR의 제품이 세계 최고 수준이며, 가격경쟁력 우위가 있는 KIMOTO제품이 국내에서는 독보적으로 수입을 통해 유통 되고 있다. 하기와 같이 경쟁사 제품에 대한 기초 분석을 수행하여 본 연구의 방향을 설정하였다.

① SOMAR社

- ☞ 소마 블랙필름은 광학기용 차광·반사방지 필름으로 각종 디지털 카메라, 휴대전화 카메라 유닛 등으로 오랜 기간 신뢰를 받고 있는 제품임.
- ☞ 카본블랙이 함유된 폴리에스테르필름으로 치수안정성이 높아 제품가공성에 뛰어난 효과를 갖음.
- ☞ 양면 샌드매트 처리로 반사율을 낮추고, 특수코팅으로 뛰어난 전도성과 접동성 보유함.

② KIMOTO社

- ☞ 키모토 CarbonFeather는 특히 광학기 관련 차광필름으로서 개발되어 독자적인 기술과 구조로 뛰어난 기능을 가지고 있는 제품임.
- ☞ 투명과 블랙 폴리에스테르필름을 사용 → 다양한 타입 특징에 맞춤 가공 내열성, 치수안정성, 광학적 특성이 뛰어난 높은 신뢰성 보유함.

2.3 상품화 개발 목표

본 기술개발은 상품화개발로 하기 표 2와 같은 상세목표와 연구개발 추진 내용을 중점적으로 수행하였다.

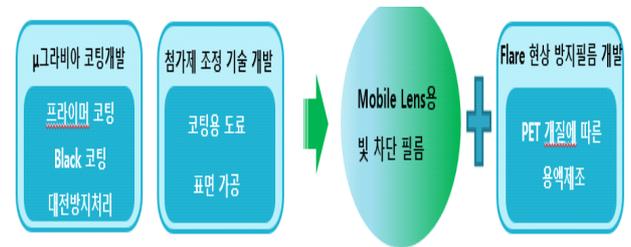
[표 2] 차광필름개발 산학협력추진체계

최종 목표	고해상도 카메라렌즈용 차광 필름 국산화 개발	
상세 목표	부품 국산화 달성 (일본 수입대체 효과 3백억원) 고해상도 휴대폰용 스페이서 구현 마이크로필름 대형코팅 기술 고도화 (μ -gravure)	
협업 체계	주식회사 코윈티엔에스	국립한밭대학교
추진 내용	박막필름 대형 μ -gravure 두께 보증을 위한 필름 제조 기술 국산화개발 및 경제적 성과창출 양산용 검사 및 인증평가	Black Pet 소재 평가 기술 개발 차광, 반사 Spectrum 평가 Flare 설계 및 조명 Simulation 차광필름 성능 평가

3. 상품화 연구 결과

3.1 고해상도 차광필름 차별화 개발

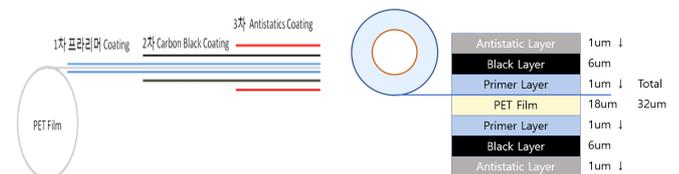
본 개발은 NON 카본 혼합 제조 기술개발과 마이크로 그라비아층 코팅 기술을 통해 차광필름의 두께보증 및 다양한 Grade의 필름을 개발하고, 스마트폰 렌즈 조립 시 발생하는 Flare 현상 방지를 위한 혁신적인 상품화 개발을 추진하였다.



[그림 3] 차광필름 국산화 개발 차별화[3]

3.2 차광필름 개발사양과 기술극복 방안

개발제품의 구조는 본 기재인 Black PET필름에 1차 프라이머 Layer Coating, 그위에 2차 Non-Carbon Black Coating Layer, 3차 Anti Statics Coating Layer로 구성된다. 프라이머코팅층은 소수성인 PET표면과 Non-Carbon Black Coating층과의 결합력 향상시킨다. Non-Carbon Black 층은 제품의 외관으로 보여 지는 코팅층으로 표면 거칠기는 0.7 μ m, 광택도(60°) 4% 이하의 주어진 Spec을 충족시켜야 한다. 마지막으로 Anti Statics Coating 층은 후가공 공정 중 필름표면에서 발생하는 정전기를 방지하는 기능으로 10⁴Ω 이하의 표면저항특성을 만족시킨다.



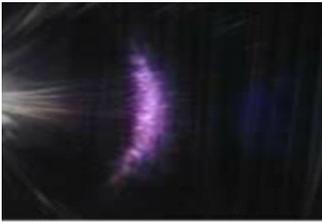
[그림 4] 차광 필름 구조 & 차광 필름 단면도

3.3 Flare현상 방지를 위한 발생 메카니즘 분석기술

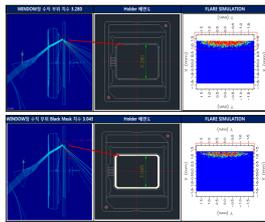
스페이서(Spacer)는 렌즈와 렌즈 사이에 위치, 렌즈 간 공기간격 조절을 통한 필드별 상면만곡을 조절하며 동시에 내경을 통해서 외부 빛이 이미지 센서에 도달하는 범위를 제한하는 조리기 역할을 하는 광학부품이다.[2] 본 연구에서는 카메라렌즈 설계에 근거한 조명계 Simulation으로 Flare을 예측하며, 차광필름 개발에 적극 반영하였다.

Flare현상은 광선 추적(Ray tracing)결과에서 보이는 것처럼, 스페이서의 단면에서 광선의 내면 반사광이 카메라 센서로 유입되면서 Flare가 발생하는 Mechanism을 갖고 있으며, 이는 스페이서 단면의 비반사코팅이나 난반사 처리를 통해서 줄일 수 있다.[4]

Flare 촬영 영상



Flare 광선 추적 Simulation



[그림 5] FLARE 촬영영상& 광학 시뮬레이션 (LightTools적용) [5]

3.4 차광필름 시제품 제작

차광필름 두께 Spec인 $32\mu\text{m} \pm 1.5\mu\text{m}$ 에 도달하기 위해 Black PET의 최적 소재 두께를 검토를 수행하였고, 기존 $25\mu\text{m}$ 의 Base Film을 $18\mu\text{m}$ 로 조정하고 코팅두께를 $6\sim 7\mu\text{m}$ 로 진행하여 두께와 박막코팅에 따른 유광 현상과 두께 보증을 위한 실험 최적화를 수행하였다. 소재의 TG 80°C 인 PET 필름이 용액의 건조조건인 130°C 에서 열팽창 현상이 발생하여 MD얼룩에 의한 외관불량의 발생여부를 검토하였고, 외관에 문제없는 건조로와 텐션조정을 통해서 시제품 제작을 진행하였다.



[그림 6] 차광필름시제품제작을 위한 마이크로그라비아코팅라인

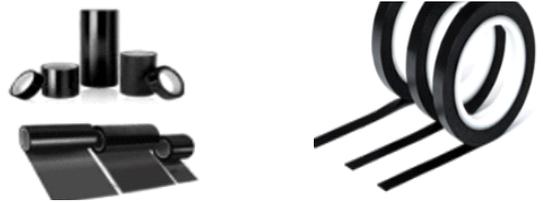
Black PET의 혁신적 적용에 따른 제조 기술 개발을 추진하였다. 특히 메쉬롤(M200 Mesh)을 사용하여 $1\mu\text{m}$ 이하의 코팅을 구현하는 기술개발을 진행하였다. 습식 코팅의 경화 건조 온도를 너무 높게 되면 PET 변형에 따라 표면에 주름 현상이 발생하여 불량률이 야기되며, PET 필름의 TG는 약 80°C 이기 때문에 80°C 이상의 온도에서 미세 변형과 필름 양단의 Tension에 의해 변형이 발생되기 시작하기 때문에 최적의 건조온도와 텐션유지를 통해 두께를 보증하는 양산 기술 안정화를 추진하였다.



[그림 7] 차광필름 시제품 생산

3.5 스마트폰용 스페이서 제작 & 렌즈모듈적용 시험

차광필름의 광학적 특성, 기구적치수, 차폐특성과, 신뢰성평가 방법을 연구하며, 경쟁사제품과의 비교평가를 통한 분석을 진행하였고, 상품화의 양산화를 위한 스마트폰용 렌즈모듈에 적용하기 위한 양산 준비과정을 진행하였다. 그림 8에서와 같이 차광필름 1200mm 폭의 원단을 슬릿팅하여 휴대폰에 적용가능한 사이즈로 소분화하였다.



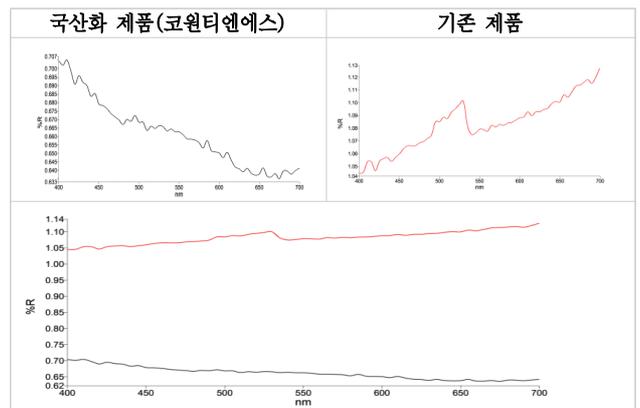
[그림 8] 차광필름의 슬릿팅을 통한 소분화제품

그림 9에서는 스마트폰용으로 적용하기 위한 타발(펀치피어싱)공정을 통해서 제조된 스페이서 부품과 적용되는 스마트폰 모바일렌즈모듈을 도시하였다.



[그림 9] 스마트폰용 스페이서 가공품과 렌즈모듈

상품화과제로 제조된 차광필름의 기존제품과의 성능비교평가를 진행하였다. 그림 10에서는 분광스펙트로미터를 이용한 본 기술개발제품의 반사율을 평가하여 기존제품대비 현저한 반사율 저하가 나타남을 확인할 수 있다.



[그림 10] 차광필름 반사율 평가 (Reflective spectrum분석)

차광필름의 렌즈모듈적용을위한 두께 평가와 모듈조립시 발생하는 스페이서의 씹힘, 이탈, 중첩현상을 방지하기 위한 대전 방지특성평가를 그림 11과 같이 진행하였다.



[그림 11] 렌즈모듈 적용을 위한 두께평가와 대전방지성능 평가

3.5 스마트폰 부품업체 가공 & 조립 평가

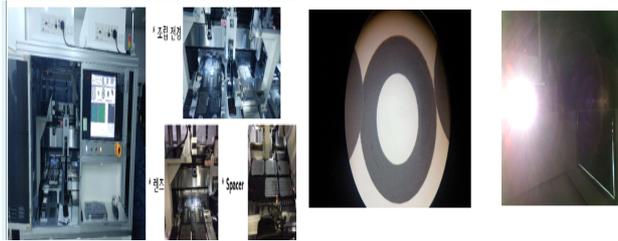
상품화제품 차광필름의 스마트폰 렌즈적용을 위해서 스페이서 가공업체와 렌즈업체 조립평가를 진행하였다. 제조검증의 1차단계로 스페이서로의 펀치 피어싱공정, 화학부식공정의 적합성을 검증하였다. 그림 12과 같이 타발 공정투입 화학부식공정에 투입하여 정량, 정성적 평가를 진행하여 그 결과를 도시하였다.



[그림 12] 스마트폰용 렌즈모듈을 위한 스페이서 타발공정, 부식공정의 생산 시험

2단계로는 렌즈사 조립 평가를 그림 13와 같이 진행하였다. 차광필름을 이용한 스페이서를 렌즈모듈사에 제공하여 조립 단계에서의 문제점을 검토하였다. 렌즈모듈 자동 조립기에서 스페이서의 부유, 씹힘등의 조립성을 평가하였고 스마트폰의 외광 플레어 테스트 조건에서 플레어평가를 진행하였다.

기존의 제품과의 비교평가를 진행하여 동등수준으로 문제가 없으며, 향후 수량을 증대하여 양산에 적용이 가능함을 확인하였다.



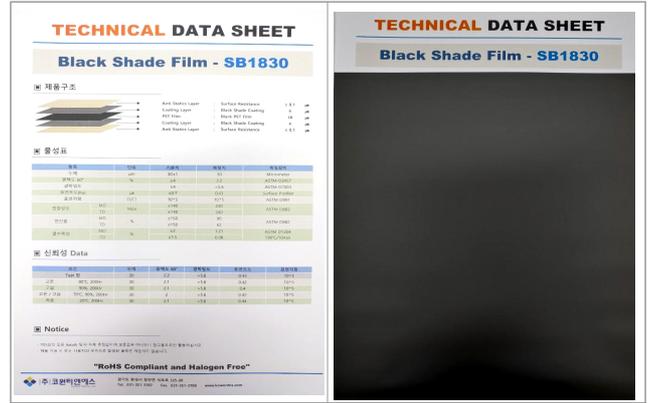
[그림 13] 렌즈 모듈 양산 조립 테스트/Flare 시험

3.6 상품화 결과물의 성능평가 및 양산 준비

상품화개발 결과물인 차광필름의 정량적 성능을 기존제품과 비교하여 아래표에 도시하였다. 이와 같은 성능은 기존의 제품과 비교하여 비교우위를 확보하고 있고, 국내의 스마트폰제조기업과 렌즈모듈사등에 관련 내용을 연계 마케팅을 추진중이다. 그림 14는 본 상품화 제품인 차광필름을 양산으로 연계하기 위한 사양서와 제품표준화 구축 사진이다.

[표 3] 상품화개발품 차광필름의 정량적 평가 (성능평가)

평가항목	단위	개발결과물	경쟁사 제품
1. 표면 거칠기(Ra)	µm	0.435µm	0.700µm
2. 표면저항률	Ω/▲	10 ⁴ Ω/▲	10 ⁴ Ω/▲
3. 광택(60°)	%	2.6 %	4.0%
4. 두께편차	µm	±1.5µm	±1.8µm
5. 반사율	%	0.65 %	1.10%
6. Flare 검사	-	PASS	PASS



[그림 14] 국산화 차광필름 사양서 구축/표준구축 (국산화 차광필름)

4. 연구 결과 고찰 및 결론

스마트폰 카메라용 차광필름의 상품화 개발을 산학협업연구로 수행하였다. 일본에서 전량 수입되고 있는 스마트폰 카메라용 차광필름의 국산화 개발을 위한 시제품 개발과 성능평가, 타발, 부식, 조립성, 플레어 시범테스트의 성공으로 스마트폰의 부품 국산화 기여와 향후 다양한 카메라 응용분야로의 적용이 기대된다. 본 상품화개발은 사회맞춤형산학협력혁신도대학(LINC+)의 기업 연계 상품화개발 지원 프로그램으로 수행되었으며 상세한 결론은 하기와 같다.

- ㉠ Non-카본(CNT)및 접착제 혼합제조 기술개발과 마이크로 그라비아 층 코팅 기술 개발을 통해 두께 보증기술개발 및 다양한 Grade의 차광 필름 개발의 성공.
- ㉡ 휴대폰에서 발생하는 치명적인 Flare현상 방지를 위한 PET 필름의 혁신 개발에 따른 용액 개발과 개질에 대한 제조 기술을 구축.
- ㉢ 전량 일본제 수입품인 스마트폰용 차광필름을 국산화 개발하고 상용화하여 대일본 무역 적자의 해소를 기대.
- ㉣ 본 기술을 차량용 전후방 카메라, 드론용 카메라, 폴더블 폰에 적용토록 사업화 추진 예정.

[참고문헌]

[1] Counter Point키움증권, “모바일부품시장전망”, 2021
 [2] 장무환, 윤석일, 노기연, “조리개 일체형 카메라 렌즈 시스템”, 대한민국특허공개, 10-0099435, 2017
 [3] 이승한, “플레어현상이 저감된 카메라 렌즈용 스페이서 및 이의 제조방법”, 대한민국특허공개, 10-1843401,2018
 [4] 윤석일, 우석하, 박상환, “렌즈커버 스페이서 및 그 제조방법”, 대한민국특허공개, 10-0117721, 2018
 [5] ORA, LightTools, User Manual