

## LCD 컬러필터용 밀베이스의 분산 연구

정일봉, 안석출, 남수용\*

부경대학교 인쇄공학과  
608-739 부산광역시 남구 용당동 산 100번지  
(2007년 12월 26일 접수; 2008년 3월 6일 채택)

### A Study on the Millbase Dispersion for LCD Color Filters

Il-Bong Jung, Suk-Chul Ahn, and Su-Yong Nam\*

Department of Graphic Arts Engineering, Pukyong National University  
100 Yongdang, Namgu, Busan 608-739, Korea

(Received for review December 26, 2007; Revision accepted March 6, 2008)

#### 요 약

본 연구에서는 LCD 컬러필터에 사용되는 밀베이스를 제조하기 위해 Red, Green, Blue 안료 분산에 대한 특성을 연구하였다. 또한 기존의 포토리소그래피 방법을 대체할 수 있는 스크린 인쇄 방식에 적용할 수 있도록 물성 및 점도를 맞추었다. 분산제는 BYK-2000, 모노머는 EB-140이 가장 우수한 분산 특성을 나타내었다. Torus mill을 사용하여 millbase를 500 rpm으로 30 min 동안 pre-mixing한 뒤, 4000 rpm으로 5~6시간 분산시켜서 Red 100~110 nm, Green 50~70 nm, Blue 60~80 nm의 분산 결과를 얻을 수 있었다. 저점도 type 포물레이션에서 millbase의 점도가 200~300 cps 일 때 비드의 충격력이 충분히 발휘되었으며, 레오로지 거동 및 색특성을 통하여 분산성이 확보되었음을 확인하였다.

**주제어** : 밀베이스, 안료, 분산, 색특성, 스크린인쇄

**Abstract** : The properties of the dispersion of the red, green, and blue pigments were investigated for the manufacture of the millbase of LCD color filters. Their physical properties and viscosity were controlled to apply to the screen printing in order to substitute the existing photolithography method. The best dispersion properties were obtained with dispersant BYK-2000 and monomer EB-140. The millbase was pre-mixed at 500 rpm for 30 min, and dispersed at 4000 rpm for 5 - 6 hour by Torus Mill. The resulting particle sizes were 100~110 nm for red, 50~70 nm for green, and 60~80 nm for blue. When the millbase viscosity was 200 - 300 cps in the low viscosity formulation, an efficient impact of the beads on pigments was achieved. The dispersion properties were confirmed from the rheological behavior and color characteristics.

**Key Words** : Millbase, Pigment, Dispersion, Color property, Screen printing

#### 1. 서 론

액정디스플레이(Liquid Crystal Display, LCD)는 얇고 가벼우면서 우수한 해상력과 저전력 소모 등의 장점이 있어서 노트북 PC 뿐만 아니라 휴대전화, 비디오카메라, 대형 텔레비전 등 응용범위가 넓어지고 있고 앞으로 큰 시장 확대가 예

상된다[1]. LCD에서 컬러화를 구현시키는 광학 소재인 컬러필터(Color Filter)는 LCD 제조업의 기술경쟁력에 큰 영향을 미치는 대표적인 정밀화학 제품으로 사용되고 있기 때문에 다양한 제조공법들이 연구되어 왔다. 기존의 컬러필터 제조공법은 안료 분산법(photo-polymer를 이용한 photolithography법), 전착법(Electrodeposition), 인쇄법(Printing), 염색법(Photopolymer

\* To whom correspondence should be addressed.  
E-mail : suyongnam@pknu.ac.kr

**Table 1. The properties of R, G, B organic pigments**

Pigment	C.I.Pigment Red 177	C.I.Pigment Red 254	C.I.Pigment Green 36	C.I.Pigment Blue 15:6
Hue	Red	Bright red	Yellowish green	Bright blue
Chemical	Anthraquinone	Diketopyrrolopyrrole	Phthalocyanine	Phthalocyanine
PPD (nm)	80	80	50	30
SSA(m <sup>2</sup> /g)	60	80	58	110
pH	6.0	7.5	6.5	6.5
Supplier	DIC	CIBA	DIC	DIC

pattern의 염색) 등이며, 전사법, Inkjet 방식도 활발히 연구되고 있다. 이들 중에서 안료분산법이 패턴의 정밀도나 화학적 물성이 우수하여 최근의 컬러필터 제조에 주류로 사용되고 있다[2-4].

그러나 현재 사용되고 있는 안료분산법은 solvent base 제품으로 각 색마다 현상, 수세 공정을 반복하여 컬러필터를 제조해야 하기 때문에, 공정 특성상 폐액의 발생이 많아 재료 면에서 낭비가 크고 대기오염 면에서도 불리한 방식이다. 그래서 LCD 패널의 원가절감 면에서 유리하면서, 안료분산법을 대체할 수 있는 청정 컬러필터 제조방법이 강하게 요구되고 있는 실정이다. 이것에 대응 가능한 방식이 인쇄 방법인데, 현상, 수세 공정 없이 간단한 설비로 다양한 크기의 컬러필터를 재료의 손실 없이 제조할 수 있어서 저가격화와 높은 생산성 때문에 선호되는 제조 방법 중 하나이다[5].

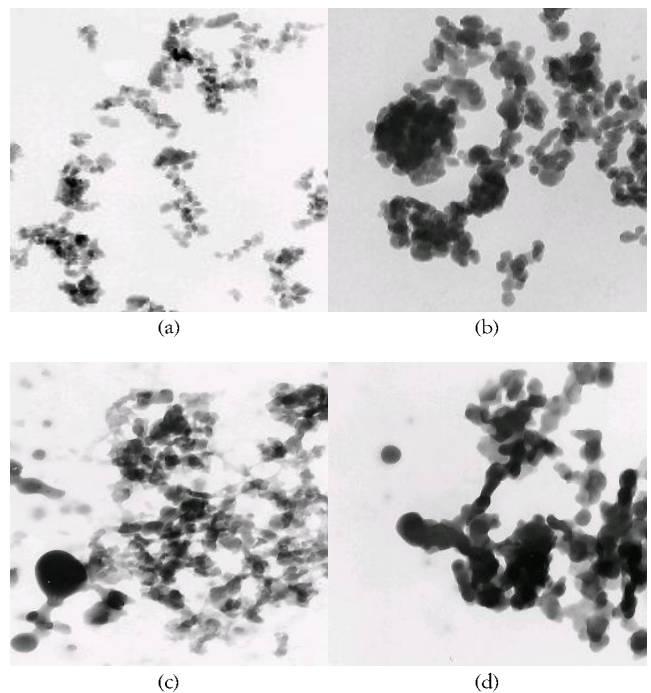
따라서 본 연구에서는 LCD 컬러필터 제조기술을 개발함에 있어서 안료분산법을 대체할 수 있는 제조 방법으로 인쇄법 중에서 스크린 인쇄 방법을 선택하고, 스크린 인쇄에 적용할 수 있는 milbase를 제조하는 것을 목적으로 하였다. 최종적으로 UV경화형 color resist로써 스크린 인쇄에 적용하기 위하여 milbase 단계에 광경화형 모노머를 혼합하여 solvent 함량을 줄이도록 하였다. 그리고 분산기의 최적 분산조건을 통해 최적 formulation을 찾아낸 다음, 제조한 milbase의 색특성과 레올로지 특성으로 분산성을 평가하였다[6,7].

## 2. 실험

### 2.1. 시약 및 재료

본 연구에서 사용한 안료의 경우 Red는 컬러필터 색특성을 고려하여 C. I. Pigment Red 177, C. I. Pigment Red 254 두 종류를 혼합 사용하였고, Green의 경우는 C. I. Pigment Green 36, Blue는 C. I. Pigment Blue 15:6을 사용하였다. 물론 색영역 확보를 위하여 보조안료도 사용되지만 본 연구에서는 주 안료만을 대상으로 삼았다. Table 1에 실험에 사용한 안료들의 특성을 정리해 놓았다.(Table 1)

PPD(primary particle diameter)는 milbase 공정 후에 목표로 하는 100 nm 이하의 입자크기로 분산이 가능한 안료인지를 파악하는데 중요한 요소이다. SSA(specific surface area)는 분산제의 첨가량 및 분산시간 등 분산조건을 설정하



**Figure 1. TEM image of pigment (C. I. Pigment Red 254(a), C. I. Pigment Red 177(b), C. I. Pigment Green 36(c), C. I. Pigment Blue 15:6(d)) before the milbase process.**

는데 필요하다.

Figure 1은 안료의 입자 형상을 알아보기 위해 TEM (Transmission Electron Microscope, JEM 2010, Japan)으로 촬영한 것이다. 그림에서 안료 입자가 대부분 100 nm 이하로 형성되어 있는 것을 확인할 수 있지만, 색이 진한 부분은 안료가 2차 입자 상태로 응집해 있는 것을 나타낸다. Red 안료는 비교적 큰 2차 입자 상태로 뭉쳐져 있고, Green과 Blue 안료는 상대적으로 입자 크기가 작고 응집(agglomeration) 상태가 약한 것을 알 수 있다.(Figure 1)

Table 2에는 대표적으로 사용한 모노머 및 분산제를 나타내었다. 모노머는 milbase 공정시 용제를 대신하여 분산을 도와주는 역할을 해야 하므로 안료 습윤성이 좋아야 한다. 또한 milbase 공정에서 안료의 분산 특성뿐만 아니라 최종 color resist 프린팅 공정시, 패턴의 레벨링과 경화성 향상이라는 측면

**Table 2. Selection of monomer and dispersant**

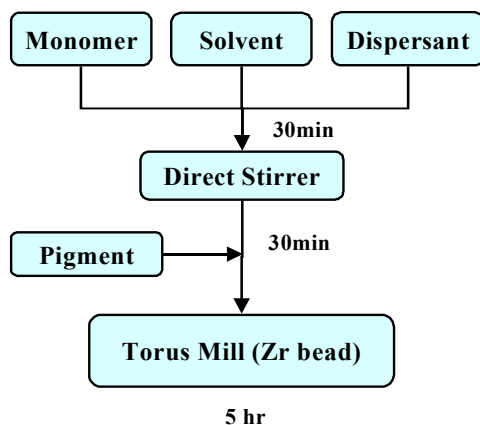
Types		Properties
Monomer	EB 140	Tetrafunctional acrylated diluting oligomer (1,000mPa.s)
	TMPTA	Trimethylolpropane triacrylate (115mPa.s)
	DPHA	Dipentaerythritol hydroxypentaacrylate (16,000mPa.s)
Dispersant	BYK-2000, BYK-2001	Modified acrylic block copolymer (BYK present)
	BYK-161, BYK-163	Block copolymer (BYK present)
	Dispers-650	Polyester copolymer (Tego present)
	PD-7000	Alkoxylates(non-ionic) (Uniqema present)
	EFKA-4330	Acrylic block copolymer (EFKA present)

에서 점도가 낮으면서 관능기가 높아야 한다. 이러한 관점에서 TMPTA, DPHA, Ebecryl 140(EB140)을 주로 사용하였다.

분산제의 역할은 고체입자 표면에 흡착해서 표면자유에너지를 저하시켜서 분산이 쉽게 이루어지도록 하는 것인데, 컬러 필터에 쓰이는 안료는 비표면적의 커서 표면자유에너지가 증가하여 안정한 분산을 이루기가 어렵다. 또한 안료마다 표면특성이 다르기 때문에 다양한 분산제를 실제 사용해 보고 판단해야 하는 경우가 많다. 따라서 분산제의 선택에 있어서는 안료 친화성 관능기를 가지는 제품을 중심으로, 현재 시판되고 있는 제품으로 실험한 후 선정하기로 하였다(Table 2)[8].

## 2.2. Millbase 제조

본 연구에서는 바스켓 타입의 수직밀인 Torus mill (Gatzmann社)을 사용하였고, 비드는 Zirconia Beads 0.3mm (Cenotec社)를 사용하였다. Figure 2에 millbase의 제조 단계를 나타내었다. Millbase 제조 공정은 안료와 분산제, 용제의 투입량, 투입시

**Figure 2. Schematic of millbase process.**

기, 투입방법 등에 따라 영향을 많이 받는다. 그림에서도 알 수 있듯이 분산제, 모노머 및 용제를 30분 정도 교반하여 안료에 잘 젖어들 수 있도록 한 다음, 안료를 투입하여 500 rpm으로 30분간 pre-mixing한다. 그 후에 바스켓에 비드에 채우고, 3500~4500 rpm의 속도로 본 밀링 작업을 5~7시간 내외로 실시하였다(Figure 2)[9-11].

## 2.3. 분산기 최적조건

분산시간은 장비사양 및 재료 조성비에 따라 다르기 때문에 최적 분산조건을 찾을 필요가 있다. Table 3에 분산조건을 정리하였다(Table 3).

**Table 3. Optimum dispersion condition of milling machine**

Machine	Torus mill	Beads weight	Millbase wt. 1:1
Dispersion Time (hr)	5~7	Impeller diameter (mm)	90
Machine Power (kW)	1.5	Container size (ml)	3,000
Dispersion speed (rpm)	3,500~4,500	Chiller temperature (°C)	18
Line speed (m/s)	11.8	Chamber temperature (°C)	below 30
Bead size (mm)	0.3	Pre mixing time (min)	30~60 (500~1,000 rpm)

Impeller는 container의 크기와 원료의 투입량을 고려하여 90 mm 크기로 하였다. 분산속도에서는 분산초기 pre-mixing을 500~1,000 rpm으로 진행하고, 본격적인 분산시스템에서는 3,500~4,500 rpm의 속도로 진행하였다. 밀링 속도의 결정은 안료의 2차 손상을 방지하기 위해 높은 전단력으로 단시간에 분산시키는 것보다 낮은 전단력으로 장시간 분산시키는 것으로 concept을 잡은 것이다. 분산시 분산 속도와 비드의 운동으로 인해 발생하는 열을 조절하기 위해 칠러(chiller) 온도는 18°C로 유지하였고, 챔버 내의 온도도 30°C 이상 올라가지 않도록 설정하였다. 본 연구에서는 360 min 이후의 시간부터는 입도 크기의 변화가 거의 나타나지 않기 때문에 안료 분산을 300~360 min까지 진행하기로 결정하였다.

## 2.4. 측정

Millbase의 분산성을 검토하는 방법에는 다양한 방식이 있으나, 본 논문에서는 TEM으로 분산 전 단계와 밀베이스 공정 후의 입자 형태를 관찰하였고, 입도분석(ELS- 8000, OTSUKA) 장치를 통하여 millbase 공정 후 안료의 입자크기 및 입도분포를 측정하였다. 또한 Rheometer(Reoscope 1, Haake)로 밀베이스의 점도, 점탄성 등의 레올로지 분석을 행하여 millbase 내부 거동을 연구함으로써 분산상태를 파악하였다. 색측정에서 색채현

율은 Otsuka사의 LCF series로, contrast 측정은 Tsubosaka로, 투과율은 UV-VIS spectrophorometer (Otsuka MCPD-3700)로 측정하였다.

### 3. 결과 및 검토

#### 3.1. 재료간의 상용성

Millbase 공정에 들어가기 앞서, 분산제와 모노머 상용성을 알아보기 위해 shaker 방식 분산기(Red Devil Equipment 5400)를 사용하였다. Red Devil로 10분 동안 교반시키고 glass에 bar coating하여 10분 동안 방치한 뒤 표면 레벨링과 젖음성을 육안으로 판단하였다.

도막 상태는 투명과 불투명, 표면 상태는 레벨링 정도로 판단하여 3등급(1=good, 2=middle, 3=bad)로 하였고, 기포에 대해서는 개수를 비교하여 3등급(1=low, 2=middle, 3=high)으로 나누어 나타내었다. 기포 발생은 분산공정시 젖음을 방해하고 비드 분쇄효과를 떨어뜨리므로 기포가 적을수록 좋다고 판단하였다. Table 4에서 알 수 있듯이, 투명성은 세 종류 모노머 모두 양호했지만, 레벨링 면에서 EB-140이 가장 우수하였고 기포의 발생도 가장 적었다. TMPTA는 레벨링이 좋지 않았고, DPHA는 기포 발생이 많아 도막에서 기포가 사라지지 않았다. EB140이 BYK-2000과의 상용성이 우수한 것으로 나타났다.

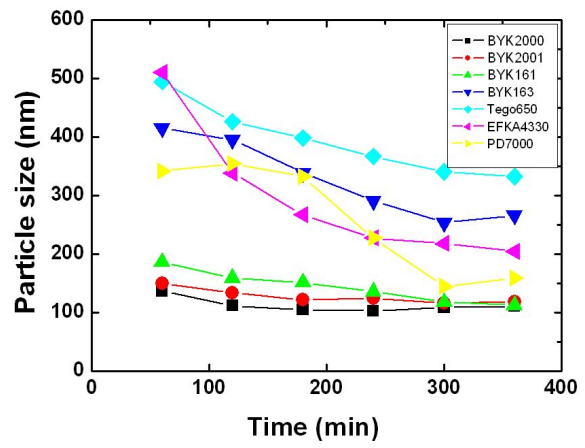
안료와 분산제와의 상용성을 알아보기 위해서는 Red Devil

로 6시간 동안 분산한 후의 입자 크기를 비교하여 입자 크기가 가장 작은 것을 분산제와 안료의 친화성이 좋은 것으로 판단하였다. 입도측정은 광산란측정기를 이용하여 동적광산란법(dynamic light scattering method)으로 분석하였으며, 시료를 분산매(PGMEA)로 희석시킨 다음 석영 cell에 넣고 측정하였다. Bead의 크기는 0.3 mm, 양은 전체 혼입량의 100%로 하였으며, 모노머는 젖음성이 양호한 Ebecryl 140로 고정하여 사용하였다. 분산제 함량은 제조사마다 약간의 차이가 있어서 추천함량으로 하였다.

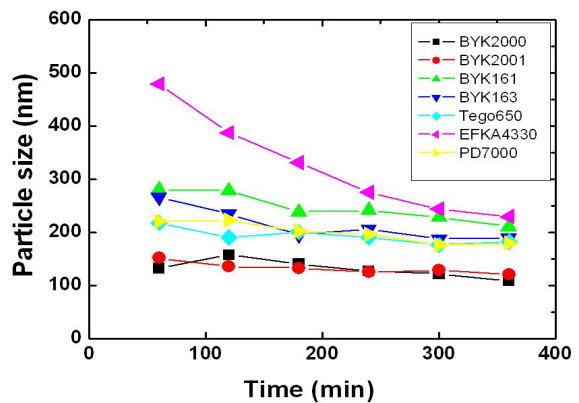
Figures 3-4에 입도측정 결과를 도표로 나타내었는데, Red 안료에 대해서는 BYK-2000, 2001이, Green과 Blue 안료에 대해서는 BYK-2000과 163이 양호한 결과를 나타내었다. 블록공중합형 분산제인 BYK-2000이 네 안료 모두에 우수한 특성을 나타내었다. 본 연구에서의 안료는 1차 입자가 nm 단위이기 때문에 습윤화하기 어려운 물성을 지니고 있지만 BYK-2000이 가지고 있는 변성 아크릴레이트 관능기가 R, G, B 유기안료를 습윤화하는데 친화적인 역할을 함으로써 분산점도를 낮춘다고 생각되며, 다른 분산제에 비해 millbase 공정에서 안료의 분산성을 높일 수 있을 것이라 판단된다.

**Table 4. Observed behavior during mixing of monomer and dispersant**

Monomer	Dispersant	Film state	Surface	Bubble
TMPTA	BYK-160	opacity	2	3
	BYK-161	opacity	2	3
	BYK-2000	clearness	1	1
	BYK-2001	clearness	1	2
	Disper-650	opacity	2	2
	PD-7000	clearness	2	1
	EFKA-4330	clearness	1	2
EB 140	BYK-160	opacity	2	3
	BYK-161	opacity	2	3
	BYK-2000	clearness	1	1
	BYK-2001	clearness	1	1
	Disper-650	opacity	2	2
	PD-7000	opacity	2	2
	EFKA-4330	clearness	1	3
DPHA	BYK-160	opacity	2	3
	BYK-161	opacity	2	2
	BYK-2000	clearness	1	1
	BYK-2001	clearness	2	1
	Disper-650	opacity	2	2
	PD-7000	clearness	1	2
	EFKA-4330	opacity	2	3



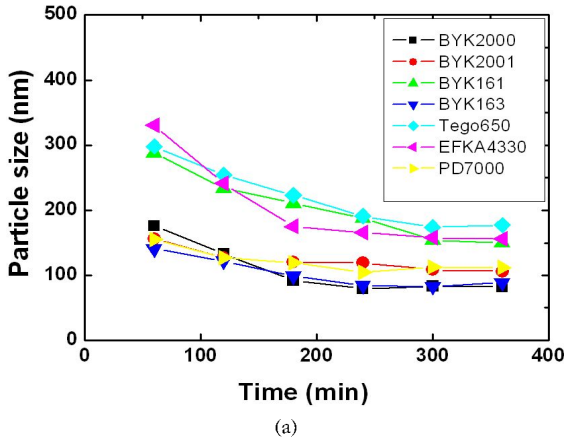
(a)



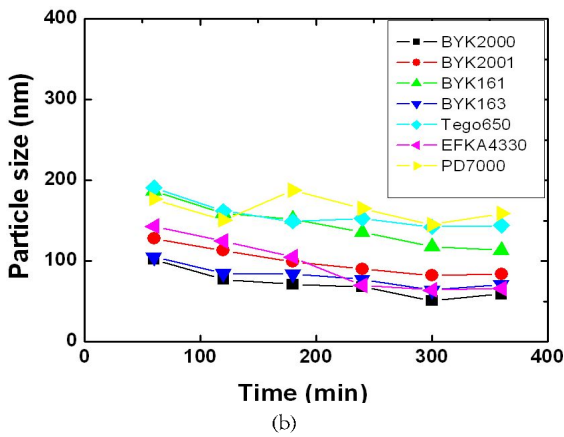
(b)

**Figure 3. Particle size measured versus dispersant mixing time (C. I. Pigment Red 177 (a) C. I. Pigment Red 254 (b)).**





(a)



(b)

Figure 4. Particle size measured versus dispersant mixing time ((C. I. Pigment Green 36 (a) C. I. Pigment Blue 15:6 (b)).

3.2. Millbase formulation 및 레올로지 분석

(1) 고점도 type Millbase

고점도 type millbase는 millbase 공정에서부터 무용제 형태로 진행하기 위해 모노머인 EB-140을 과량으로 사용하여 점도를 조절하였다. 재료 함량을 R, G, B모두 동일하게 하였다(Table 5).

Figure 5~7에서 고점도 type millbase의 안료 입도결과를 DLS-8000 데이터로 나타내었다. Red 안료가 225 nm, Green 안료가 228 nm, Blue 안료가 150 nm로 컬러필터용으로 사용하기에는 입자 크기가 크며, 안료의 1차 입자 크기와 비교해 보아도 완전한 분산이 이루어지지 않은 것으로 보

Table 5. Formulation of high viscosity type millbase

Pigment	Dispersant	Monomer	Solvent	Viscosity
Red 177	BYK-2000	EB-140	Butanol	10,000 cps
Green 36	"	"	"	5,000 cps
Blue 15:6	"	"	"	12,000 cps
22%	16.5%	58.5%	5%	

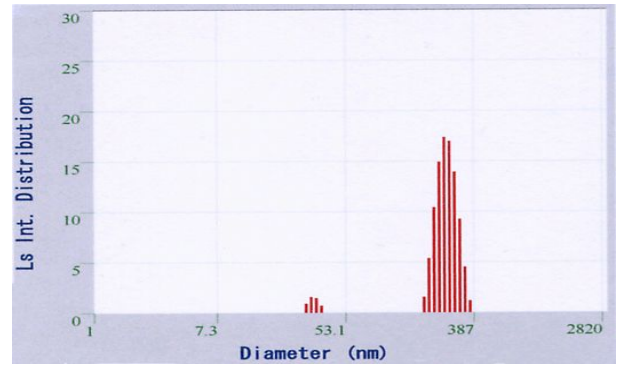


Figure 5. Particle size and its distribution of C. I. Pigment Red 177 for high viscosity type millbase (diameter (d50) : 225.5 nm).

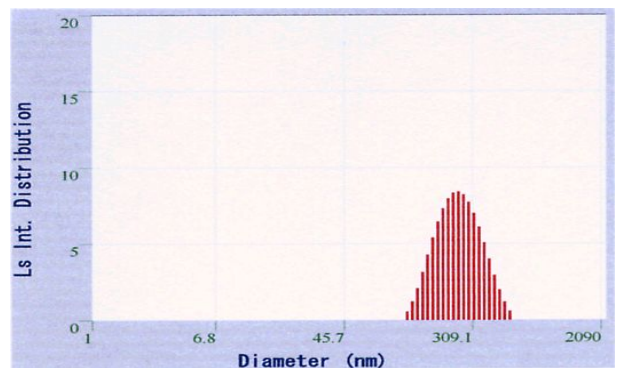


Figure 6. Particle size and its distribution of C. I. Pigment Green 36 for high viscosity type millbase (diameter (d50) : 228.0 nm).

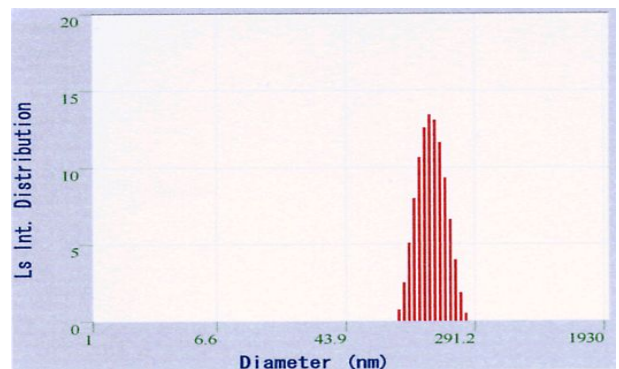


Figure 7. Particle size and its distribution of C. I. Pigment Blue 15:6 for high viscosity type millbase (diameter (d50) : 150.4 nm).

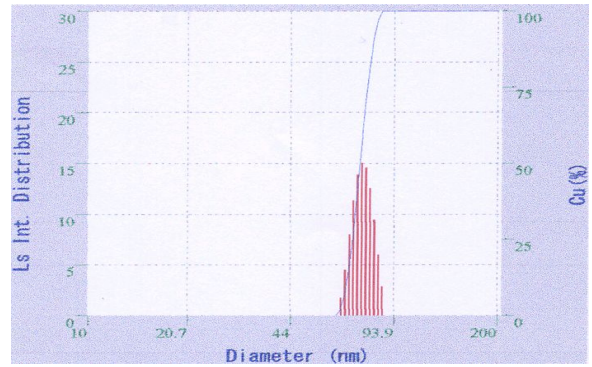
인다. 10,000 cps의 높은 점도 상황에서 millbase 공정시에는 미소 비드가 원활한 움직임을 나타내지 못해 충격력이 급격히 낮아지는 것이 가장 큰 이유라 할 수 있다. 또한 모노머가 용제에 비해 젖음성과 습윤력이 낮아서 얻어진 결과라고 생각된다.

**Table 6. Formulation of low viscosity type millbase**

	Pigment	BYK-2000	EB-140	Solvent	Viscosity (cps)
Red 177+254	25.0%	23.2%	18.8%	33.0%	200
Green 36	29.0%	26.5%	20.0%	24.5%	300
Blue 15:6	27.0%	24.5%	20.0%	28.5%	200

(2) 저점도 type Millbase

저점도 type millbase에서는 formulation을 색상마다 차이를 두었다(Table 6). 점도를 낮추기 위해 용제 비율을 높였다. Red의 경우 다른 색상에 비해 젖음성(wetting)이 나빠 용제 비율을 더욱 높이고, Red 177과 Red 254는 3:7의 비율로 혼합하였다. Green 36의 경우는 비표면적이 제일 작기 때문에 분산이 잘 이루어졌으며, 분산 안정성과 안료입자 크기에서 모두 우수한 결과를 나타내었다. Blue 15:6은 안료 자체의 비표면적이 110 m<sup>2</sup>/g로 가장 컸으나 Red 보다 분산이 잘 이루어졌다. 점도가 200~300 cps에서는 millbase의 유동성이 좋고 비드의 움직임도 원활하여 분산하기에 적절한 점도라 판단



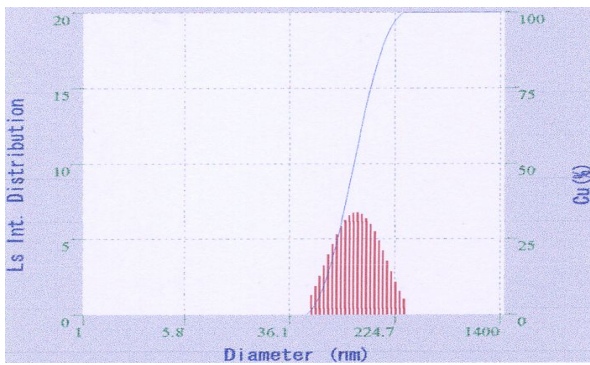
**Figure 10. Particle size and its distribution of C. I. Pigment Blue 15:6 for low viscosity type millbase (diameter (d50) : 75.1 nm).**

된다.

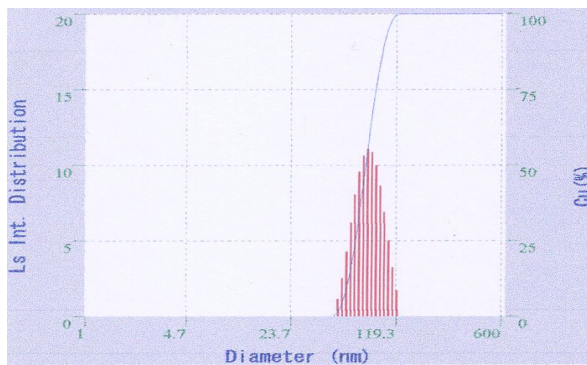
Figure 8~10에 저점도 type millbase의 입도를 DLS-8000 데이터로 나타내었다. 평균 입자크기를 보면 Red는 입자크기

**Table 7. The color coordinates in the color resist patterns**

Color	Thickness	X	Y	Z	x	y
Red	3.6 $\mu$ m	63.397	19.575	5.0953	0.59602	0.32055
Blue	2.6 $\mu$ m	13.468	7.1116	75.008	0.1409	0.07439
Green	2.5 $\mu$ m	31.026	59.993	22.09	0.2743	0.5304

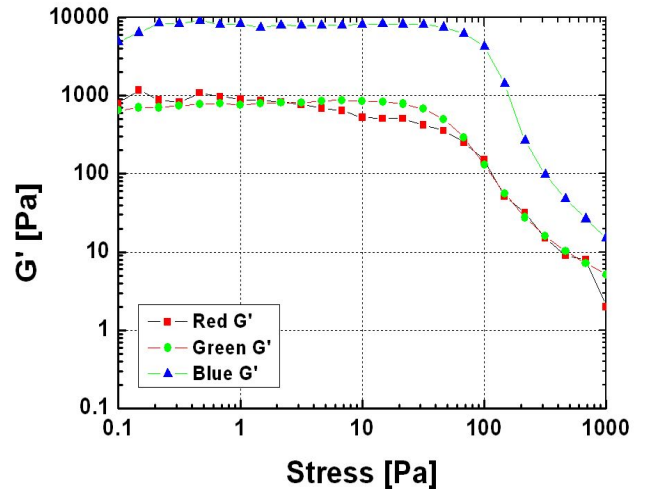


**Figure 8. Particle size and its distribution of C. I. Pigment Red 177 and Red 254 for low viscosity type millbase (diameter (d50) : 104.5 nm).**



**Figure 9. Particle size and its distribution of C. I. Pigment Green 36 for low viscosity type millbase (diameter (d50) : 53.6 nm).**

가 약 105 nm, Green은 50~70 nm이며, Blue는 60~80 nm 사이에 입자크기가 분포하고 분포도도 샤프(sharp)하게 나타났다. Green은 분산의 안정성이나 입자크기의 면에서 가장 좋은 경향을 보였으며 Red는 분산이 다소 어렵지만 100 nm 이하의 LCD용 컬러필터의 안료 입자 크기를 만족하는



**Figure 11. Shear stress dependent of G' for low viscosity type millbase (stress range : 0.1~1,000 Pa).**

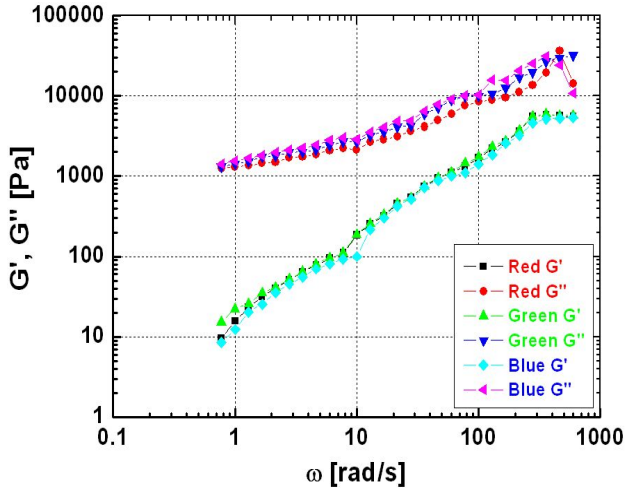


Figure 12. The frequency dependence of G' and G'' of 0.1~1000 rad/s for low viscosity type millbase.

결과를 얻었다.

Figure 11에서는 저점도 type millbase의 분산도를 알아보기 위해 stress에 따른 G'을 측정 한 결과이다. R, G, B 모두 0.1 Pa에서부터 100 Pa까지 일정한 선을 나타내고 있다. 이것은 millbase 내부의 안료가 분산이 고르게 되어 있어서 stress가 변화더라도 안료끼리의 적당한 인력이 서로 동일하게 작용하는 것을 의미한다고 판단하였다. Figure 12에서는 frequency sweep이 각속도에 따른 G'와 G''의 영역이 뚜렷하고, 낮은 영역과 높은 영역 모두 G'가 커서 흐름성이 좋은 것으로 해석하였다.

### 3.3. Millbase 색특성

실제 입도측정뿐만 아니라 millbase 색특성이 얼마나 향상되었는가로 분산성을 유추해낼 수 있다. Millbase의 색특성을 평가하기 위해서 millbase 자체로는 경화, 건조 및 인쇄가 되지 않기 때문에 color resist를 제조하고, 스크린 인쇄로 민판 인쇄 후 색특성을 측정하였다.

#### (1) Contrast Ratio

본 연구에서의 Contrast Ratio 측정(Tsubosaka electro社) 값은 Red가 두께 3.5 μm일 때 3776, Green은 2.5 μm일 때 2736, Blue는 2.6 μm일 때 1386의 값을 나타냈다. 비슷한 패턴 두께에서 1,000 이상의 수치이면 컬러필터로 사용 가능하다고 알려져 있다[12]. 본 연구에서 R, G, B 모두 만족하는 물성을 나타낸 것으로 보아 안료 특성 및 분산성이 양호하다고 판단할 수 있다. 그러나 현재 LCD-TV 제품에 사용되는 color filter의 수준(4000 이상)에는 못 미치는 값이므로 제품화 수준은 아니라고 판단된다.

#### (2) 투과율

투과율 측정은 UV-VIS spectrophotometer(Otsuka MCPD-3700)를 사용하였다. Figure 13은 일반적인 포토리소그라피(photolithography)용 color resist의 투과도(점선)와 본 연구의

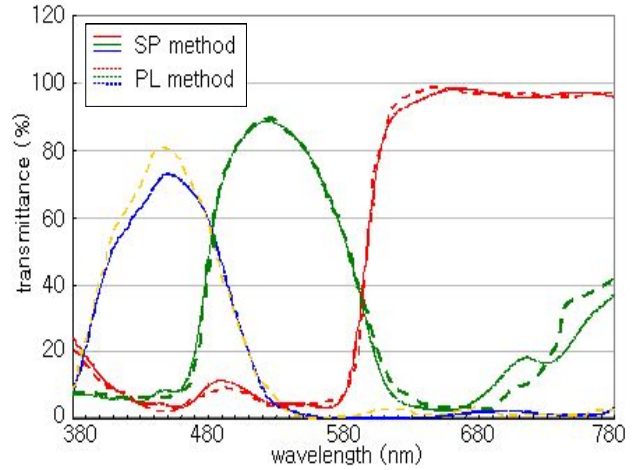


Figure 13. Transmittance ratio of R, G, B color resist at photolithography (PL) method. (Red : 95%, Green : 90%, Blue : 80%, thickness : 2.0 μm) and Screen printing (SP) method.(Red : 95%, Green : 90%, Blue : 70%, thickness : R(3.5 μm), G(2.5 μm))

투과도 결과를 비교한 것이다. 본 연구에서의 color resist의 투과도는 Blue 색상의 값에서 다소 떨어지고, Red, Green은 비슷한 값을 나타내었다. Blue의 경우 70% 이상으로 선택성 기준을 넘어서기 때문에 본 연구에서의 안료특성 및 분산성은 양호하다고 할 수 있다[13].

#### (3) 색재현율

컬러필터 색재현율은 Otsuka社 LCF series로 측정하여 NTSC비의 좌표로 나타내었으며, 포토리소그라피 공정의 color resist와 색재현율을 비교하였다. Table 7은 본 연구에서 인쇄한 패턴으로 color resist의 색좌표를 측정 한 값이다(Table 7).

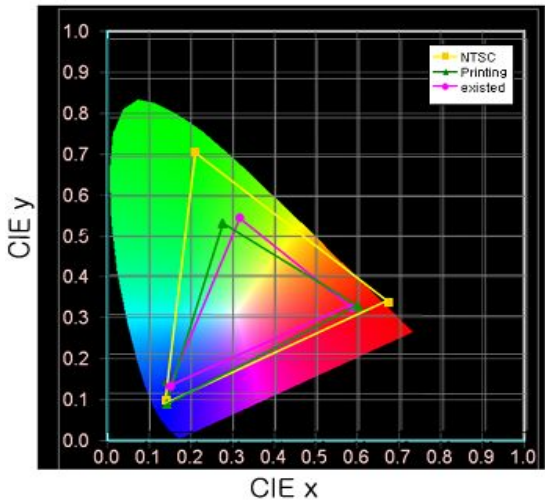
Figure 14에는 color resist 패턴의 색좌표를 도식하였다. 색재현율은 NTSC비 약 55%의 재현율을 나타내었고, 이 결과는 기존 포토리소그라피법에 비하면 낮은 값이지만, 안료 특성 및 분산성 면에서는 포토리소그라피 만큼 근접해 있음을 확인할 수 있다. 또한 스크린 인쇄법으로 LCD 컬러필터를 형성하는데 있어서 앞으로의 적용 가능성을 확인한 점에서 가치 있는 결과라고 생각된다(Figure 14).

## 4. 결론

본 연구에서는 컬러필터를 Screen Printing법을 이용하여 패턴화할 때 사용되는 millbase의 안료분산특성에 대해 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 재료간의 상용성테스트 결과 분산제는 BYK-2000, 모노머는 EB-140이 가장 우수한 특성을 나타내었다.
- 2) 분산기 최적 조건은 500 rpm으로 30 min 동안 pre-mixing 한 뒤, 4000 rpm으로 5~6시간 작동시 안정하게 1차 입자 상태까지 안료가 분산되며, Red가 100~110 nm, Green 50~





**Figure 14. Comparison of the chromaticity diagrams between the screen printing color resist and the existing photolithography resist.**

- 70 nm, Blue 60~80 nm의 분산 결과를 얻을 수 있었다.
- 3) 저점도 type 포물레이션에서 millbase의 점도가 200~300 cps 이하로 되어야 비드의 충격력이 발휘되어 분쇄가 이루어짐을 알 수 있었다.
- 4) 레올로지 특성에서 stress에 따른 G'을 측정한 결과 0.1 Pa에서부터 100 Pa까지 일정한 선을 나타내고 있으면 millbase 내부의 안료가 분산이 고르게 되어 있음을 의미한다고 파악하였다.
- 5) 본 연구에서 제조한 millbase의 컬러필터 색특성은 Red는 90% 이상, Green은 85%, Blue는 70%의 투과도를 나타내었고, contrast는 Red가 3.5  $\mu\text{m}$ 의 두께에서 3776, Green은 2.5  $\mu\text{m}$ 의 두께에서 2736, Blue는 2.6  $\mu\text{m}$ 의 두께에서 1386의 값을 나타내었으며, 스크린 프린팅 방법으로 55%의 NTSC 범위를 가지는 색좌표 영역을 나타내어 분산성이 확보되었음을 알 수 있었다.

**참고문헌**

1. Katayama, M., "TFT-LCD technology," *Thin Solid Films*,

341, 140-147 (1999).

2. Takahashi, T., "Color Filters for Liquid Crystal Display," *J. Imag. Soc. Japan*, **41**, 68 (2002).

3. Sugiura, T., "A History of CFs Development for Color LCD," *J. Print. Sci. Tech. Japan*, **33**, 356 (1996).

4. McGarvey, M., McGregor, D., and McKay, R. B., "Particle Size Analysis by Diffraction in Organic Pigment Technology," *Prog. Org. Coat.*, **30**, 223 (1997).

5. Yokoyama, N., Itahara, T., Kitamura, K., Fujishiro, K., and Teramoto, T., "Highly Pure Color filters derived from Cardo-type Photoresists for High Resolution LCDs," *Proc. IDW*, 311-314 (1997).

6. Galindo-Rosales, F. J., Rubio-Hernandez, F. J., "Structural Breakdown and Build-up in Bentonite Dispersions," *Appl. Clay Sci.*, **33**, 109 (2006).

7. Lewis, J. A., "Direct-write Assembly of Ceramics from Colloidal Inks," *Cur. Opin. Solid State Mater. Sci.*, **6**, 245 (2002).

8. F. Mqller, W. Peukert, R. Polke, and F. Stenger, "Dispersing nanoparticles in liquids," *Int. J. Min.. Proc.* **74S**, S31-S41 (2004).

9. Filippini, D., Manzano, J., and Lundstrom, I., "LCD-aided Computer Screen Photo-assisted Technique for Colorimetric Assays Evaluation," *Sens. Actua. B*, **103**, 158 (2004).

10. Wu, H. T., Lee, M. J., and Lin, H. M., "Precipitation Kinetics of Pigment Blue 15:6 Sub-micro Particles with a Supercritical Anti-solvent Process," *J. Supercrit. Fluids*, **37**, 220 (2006).

11. Koo, H. S., Chen, M., Pan, P. C. , Chou, S. T., Wu, F. M., Chang, S. J., and Kawai, T., "Fabrication and Chromatic Characteristics of the Greenish LCD Colour-filter Layer with Nano-particle Ink Using Inkjet Printing Technique," *Displays*, **27**, 124-129 (2006).

12. Sugiura, T., "A History of CFs Development for Color LCD," *J. Print. Sci. Tech. Japan*, **33**, 356-368 (1996).

13. Kimura, Y., Yokochi, S., Okazaki, T., Katou, S., Fujita, M., "High Contrast Color Filter Resist for LCD-TVs," *Hitachi Tech. Rep.*, **44**, (2005).