

스크린 인쇄법 및 열 전사법에 의한 디스플레이 개발

이현철, 남수용

부경대학교 공과대학 화상정보공학부

(2002년 1월 26일 접수, 2002년 2월 16일 최종본 접수)

Development of Display by Screen Printing and Heat-transfer

Hyun-Chul Lee, Su-Yong Nam

Division of Image & Information, College of Engineering, Pukyong National University

(Received 26 January 2002, in final form 16 February 2002)

Abstract

Cathode ray tubes (CRT) are the most common electronic display in use in information technology. The CRT consists of an electron gun, electrostatic or magnetic fields to direct the electron beam, and a phosphor screen. When the electron beam strikes the phosphor screen, the phosphor generates light.

The phosphor screen has formed by precipitation method, electro-forming and centrifuge method.

The high quality product was achieved by electro-forming or centrifuge method. Now applying method is electro-forming used with phosphor and IPA(isopropyl alcohol). Now applying method has been much consumption of raw-material, dirty working environment, dangerous fire and require of high cost. New method to form phosphor surface of monochrome is required to improve this matter.

This study was developed novel method to form the phosphor surface by heat-transfer method.

This method have advantages of simple process, automatization, clean environment, saving raw material and saving running-cost.

1. 서 론

영상표시 디바이스로서 모노크롬 평면 CRT(monochrome flat CRT)¹⁾²⁾의 형광면 형성 방법은 주로 침전법³⁾이 이용되고 있으며, 고품질 제품에는 전착법 또는 원심분리법에 의해서 이루어지고 있다.⁴⁾ 일반적으로 사용되고 있는 공법은 형광체를 이소프로필알코올(IPA)에 용해시켜 전착시키는 전착법이기 때문에 원재료(형광체 및 IPA)의 소비량이 많고, 다량의 알코올을 사용하므로 작업환경이 열악하고, 화재의 위험성이 높고, 수작업 공정으로 인해 높은 인건비가 요구된다. 따라서 이러한 문제점을 개선하기 위해서 새로운 흑백 형광면 형성 기술 개발이 절실히 요구되고 있다.

본 공법을 적용하면 공정이 간단하고, 인체 유해물질의 사용을 피할 수 있어 작업환경 개선이 가능하고, 원재료의 절약 및 소수 작업인원으로 가능하기 때문에 인건비 절약에도 크게 기여할 것이다.

본 연구에서는 현재 이용되고 있는 전착법에서 발생하는 문제점을 해결하기 위해서 새로운 흑백 형광면 형성 기술로서 스크린 인쇄법 및 열 전사법을 이용하여 디스플레이를 제작하는 것을 연구 목적으로 하였다.

2. 실험

2-1 페이스트 제조

스크린 인쇄를 하기 위한 형광체 페이스트는 Fig. 1과 같은 방법으로 제조하였다. ITO는 수지 및 계면활성제로 혼합된 것이므로 스크린 인쇄적성은 부여되어 있으나 박막화와 경제성을 고려하여 ITO와 용제를 혼합하여 제조하였다. 접착제는 아크릴계 수지를 사용하였다.

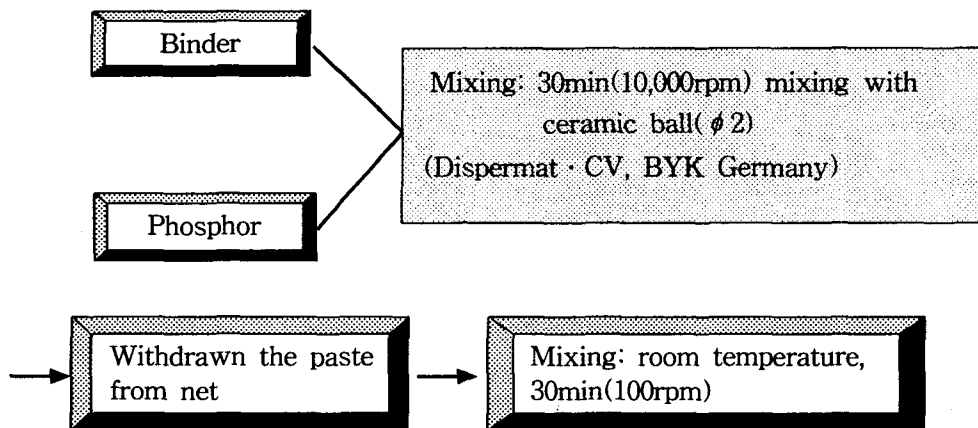


Fig. 1. Manufactural method of paste.

2-2. 측정

2-2-1. TGA(thermogravimetric analysis) 측정 및 SEM(scanning electronic microscope) 관찰

소성 후 유기물질이 형광체면에 잔류하게 되면 형광체의 발광 특성 및 수명에 영향을 미치게 되므로 형광체 페이스트를 제조할 때 사용한 에칠셀룰로오스계 수지 및 열전사를 위해서 사용한 접착제에 대해서 TGA를 측정하여 소성온도를 확인하였다. TGA측정 장치는 TGA-7(Perkin-Elmer사, 미국)을 사용하였고, 각각의 시료를 필름으로 만든 후 채취하여 사용하였으며 온도는 50~700℃ 까지 분당 10℃ 증가시켰고, 소성할 때와 같은 조건으로 하기 위해 고순도 공기 상태를 유지하였다.

소성 후 형광면에서의 형광체 분포와 잔류 물질을 확인하기 위해서 형광체를 전자현미경(Hitachi사의 S-240)으로 관찰하였다.

2-2-2. 페이스트의 레올로지 측정과 점도 측정

형광체 페이스트의 변형과 흐름성을 검토하기 위해 Haake사의 레오메터를 사용하였고, 스크린 인쇄 적성을 위해, 사용된 페이스트의 점도를 DV-1⁺ Viscometer(미국 Brookfield)으로 측정하였다.

2-3. 실험 방법

Fig. 2는 반자동 스크린 기계를 사용하여 이형제 필름에 형광체, ITO, 접착제를 차례로 인쇄하여 얻은 필름의 단면 구조를 나타내었다.

이렇게 완성시킨 것을 전사할 기판에 접착제를 전사면으로 접촉시킨 후 이형제 필름 쪽을 열전사기로 전사하였다. 그리고 상온에서 열을 충분히 식혀 접착제가 접착성이 주어졌을 때 이형제 필름을 제거시킨다.

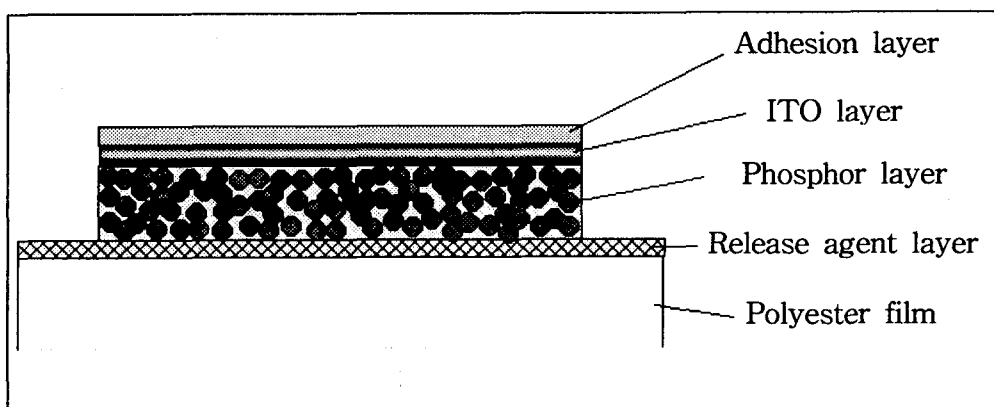


Fig. 2. Structure of printed film.

이 필름을 사용하여 열전사기로 전사하는 공정을 Photo. 1에 나타내었다.

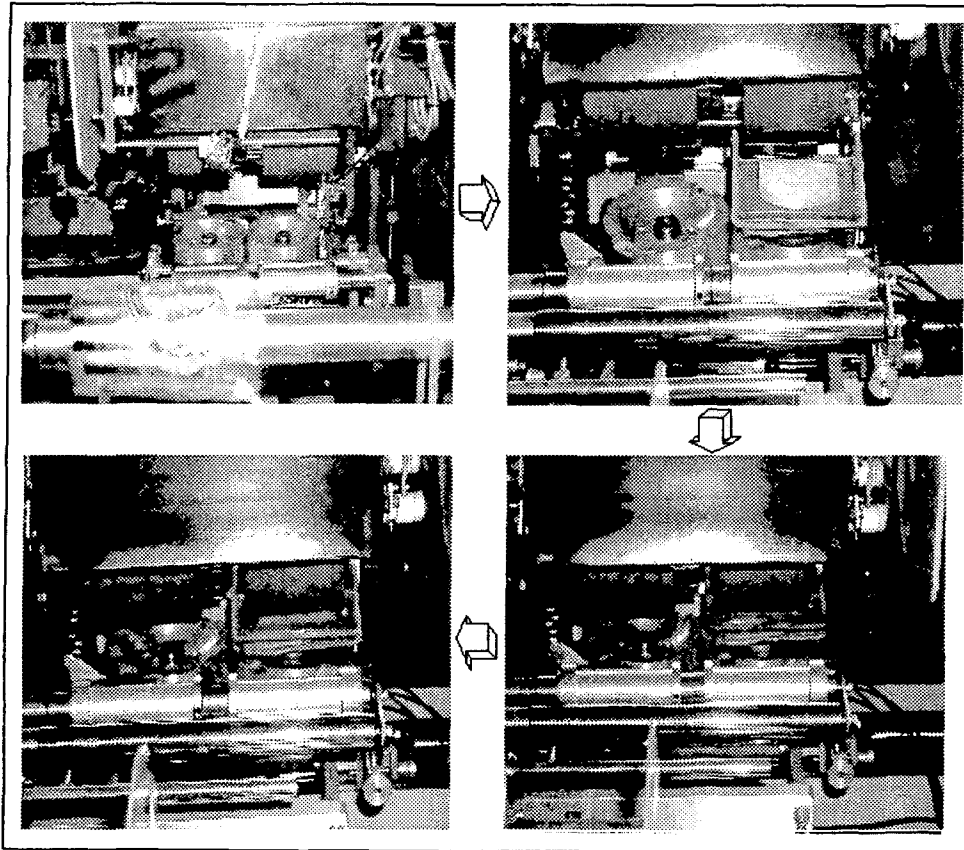


Photo. 1. Process of roller heat-transfer.

3. 결과 및 고찰

형광면이 형성되어 그 내부에 유기물질이 잔존하게 되면 발광특성에 악 영향을 미치게 되므로 사용하는 바인더 및 접착제에 대해서 열 분해 특성을 검토해야 한다. 따라서 먼저 본 연구에 사용한 셀룰로스계 바인더의 열분해 특성을 검토하기 위해서 열중량 분석으로 얻어진 결과를 Fig. 3에 나타냈다. 280℃에서 서서히 열분해가 발생되어 370℃에서 시료의 열분해는 92%까지 이루어졌으며, 450℃정도에서 100% 열분해가 일어나 잔존하는 물질이 없음을 나타내고 있다. 따라서 본 연구에서 사용한 형광체 페이스트 제조용 바인

더로서는 셀룰로스계가 적당하다고 할 수 있다.

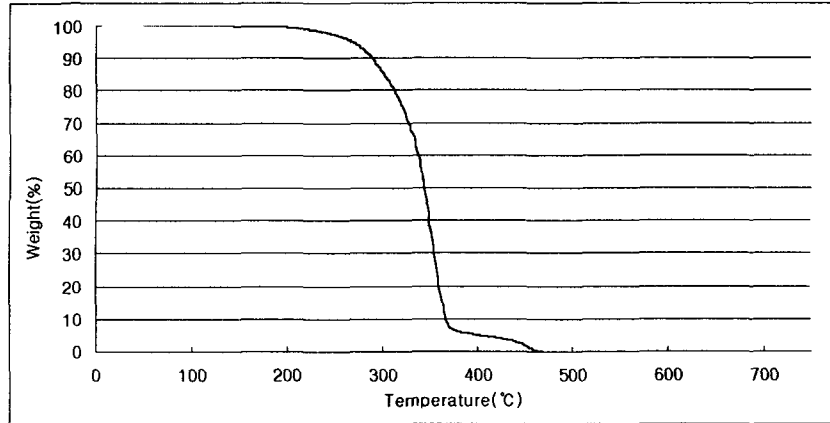


Fig. 3. TGA measurement results of Binder.

용제형 저분자 아크릴계 접착제에 대해서 열 분해 특성을 검토하여 얻어진 결과를 Fig. 4에 나타냈다. 이 아크릴계 접착제는 250°C에서 열분해가 시작되어 430°C 정도에서는 미분해 물질이 거의 없음을 나타내고 있다. 소성로의 온도 조건이 440°C에서 30분간 홀딩(holding)하도록 세팅(setting)되어 있기 때문에 이 아크릴계 접착제는 본 연구의 목적에 적당함을 알 수 있다. 따라서 이후의 연구에는 이 접착제를 사용하였다.

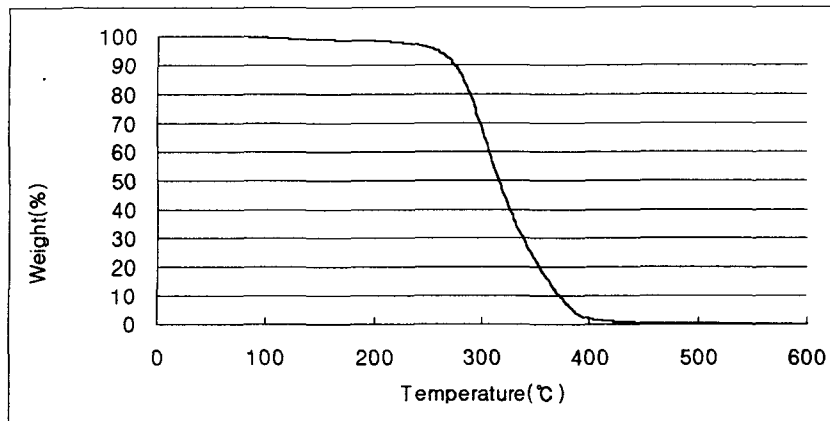


Fig. 4. TGA measurement results of acryl resin adhesion.

Fig. 5은 형광체의 우수한 패키징성을 얻기 위해서 형광체와 바인더의 비를 7:3으로 혼합하여 인쇄 및 소성 후 SEM촬영을 하여 얻은 결과이다.

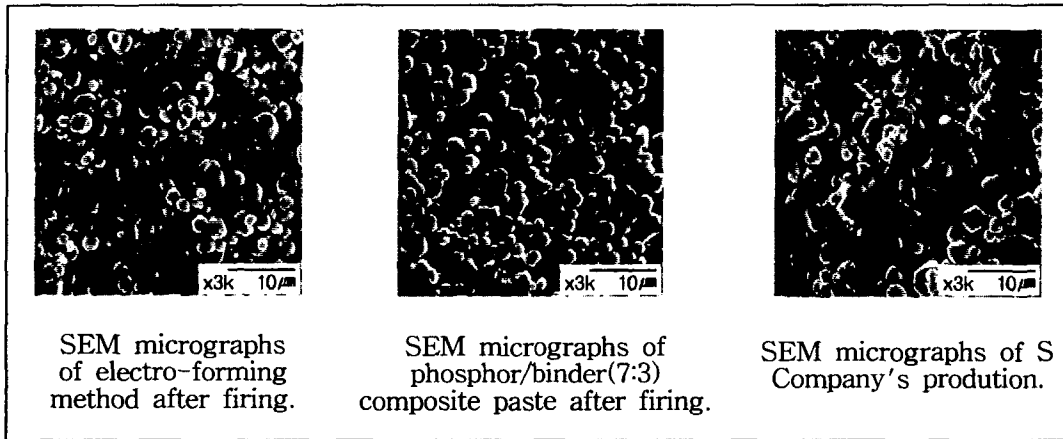


Fig. 5. SEM micrographs.

Fig. 6은 ITO 층의 균일한 피막특성을 얻기 위해서 ITO와 용제의 비를 6:4로 혼합하여 인쇄 및 소성 후 SEM 사진을 얻은 결과이다.

Fig. 7는 G' , $G'' - \omega$ 의 관계를 통하여 형광체 페이스트(7:3)의 유동성 검토를 하였다. 각주파수의 변화에 따른 G' , G'' 의 변화를 검토한 결과로서 각주파수의 감소에 따라서 G' , G'' 이 감소하므로 페이스트가 유동성이 있음을 나타내고 있다. 그러나 물과 같이 완전한 액체 상태가 아니라 어느 정도의 구조가 형성된 상태에서 흐름성을 나타내고 있다.

여기서 G' :저장탄성율(storage modulus), G'' :손실탄성율(loss modulus), ω :각주파수(angular frequency)를 나타낸다.

Fig. 8은 $G' - \gamma_0$ 의 관계를 통하여 외부자극의 크기에 따른 탄성을 변화를 검토하였다.

외부응력의 변화에 따라서 탄성을 변화를 검토한 결과로서 응력이 증가되면 탄성율은 감소함으로서 내부구조가 파괴됨을 알 수 있다.

여기서 γ_0 는 변형(strain)을 나타낸다.

Fig. 9은 $\eta - \gamma$ 의 관계를 통하여 회전속도에 따른 점성을 변화를 검토하였다.

전단속도(회전속도)의 증가에 따라서 점성율이 저하됨으로서 페이스트는 유동성을 나타내고 있다.

여기서 η 는 점도(viscosity)를 나타낸다.

Fig. 10는 $\sigma - \gamma$ 의 관계를 통하여 회전속도에 따른 응력 변화를 검토하였다.

전단속도의 증가에 따라서 응력이 저하됨으로서 내부구조가 파괴되어 paste가 유동성을 나타내고 있음을 알 수 있다.

여기서 σ 는 응력(stress)을 나타낸다.

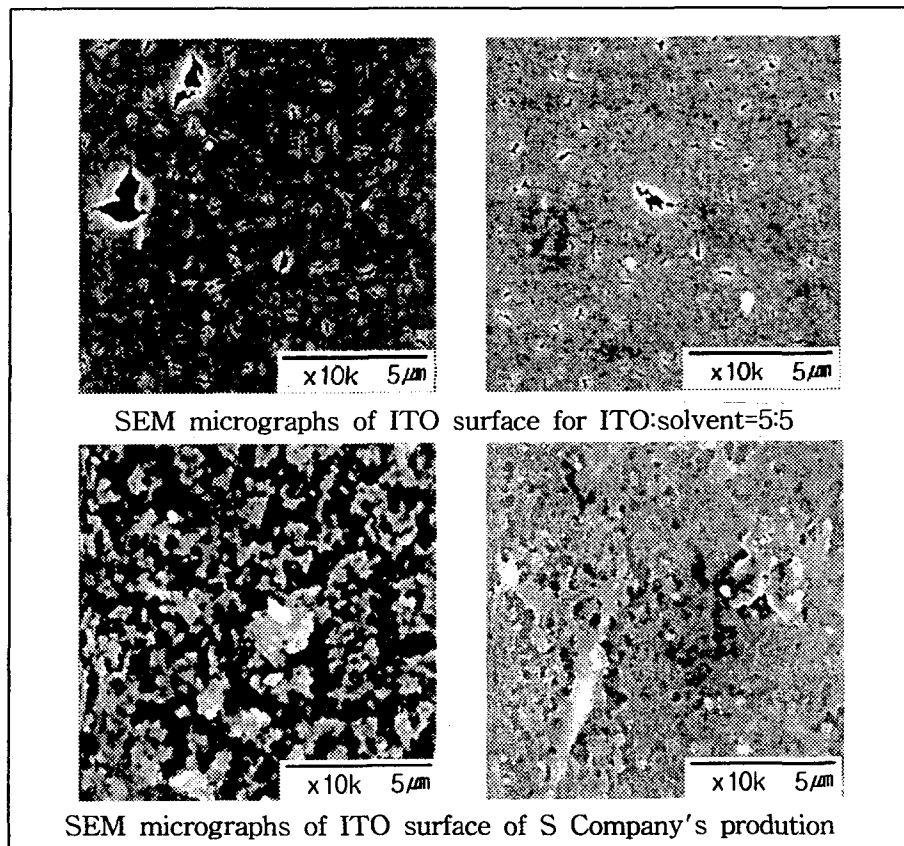


Fig. 6. ITO micrographs.

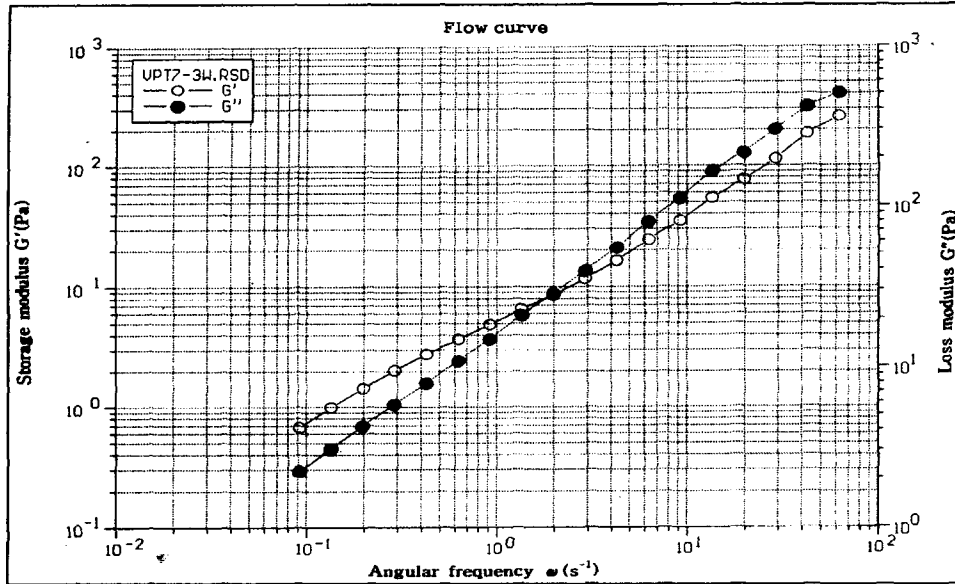


Fig. 7. Flow curve of G', G'' - ω .

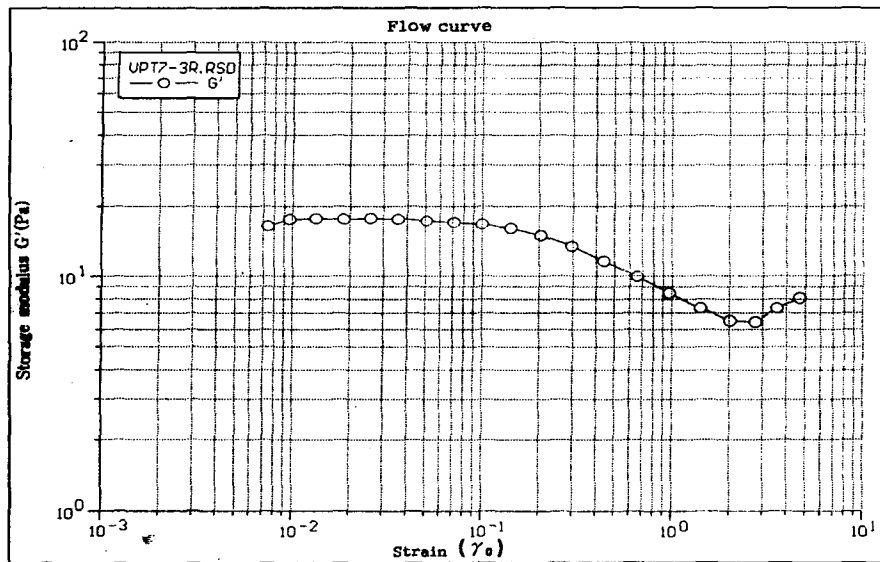


Fig. 8. Flow curve of G' - γ_0 .

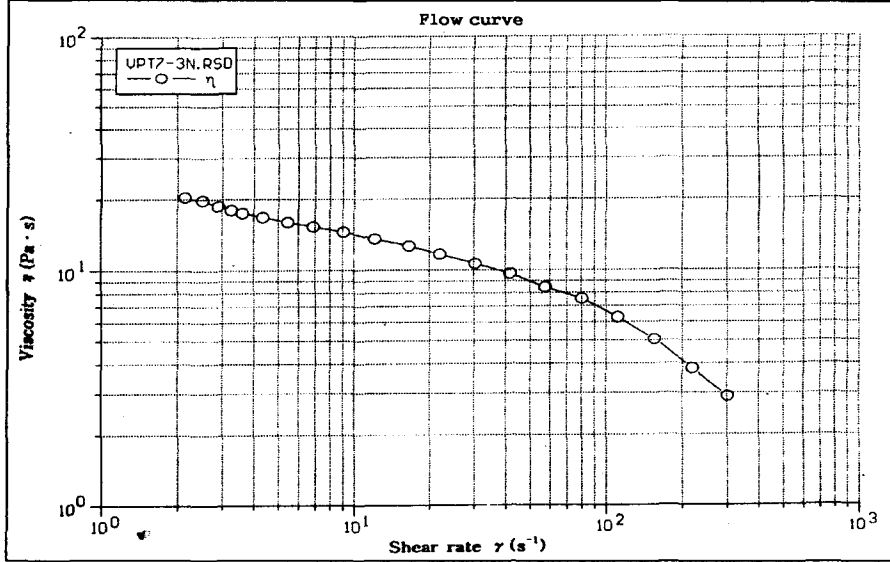


Fig. 9. Flow curve of $\eta - \gamma$.

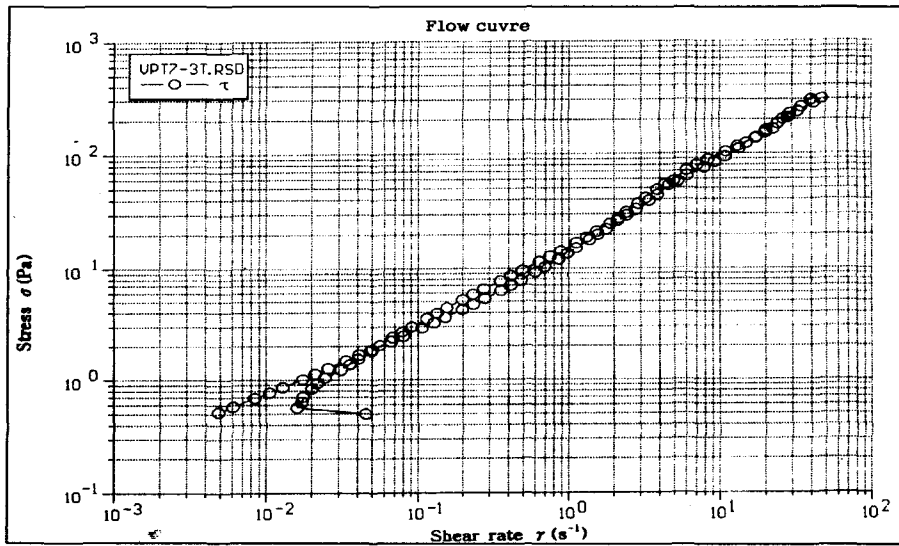


Fig. 10. Flow curve of $\sigma - \gamma$.

상기의 결과로부터 얻은 형광체에 대해서 발광휘도를 측정하여 얻어진 결과를 Fig. 11에 나타냈다. 전착법에 비해서 휘도는 약 85%정도였다. 이 결과는 휘도를 향상시키는 첨가물질을 첨가하지 않은 상태이므로 이 점을 고려하여 상당히 우수한 휘도 특성을 나타낸다고 할 수 있다.

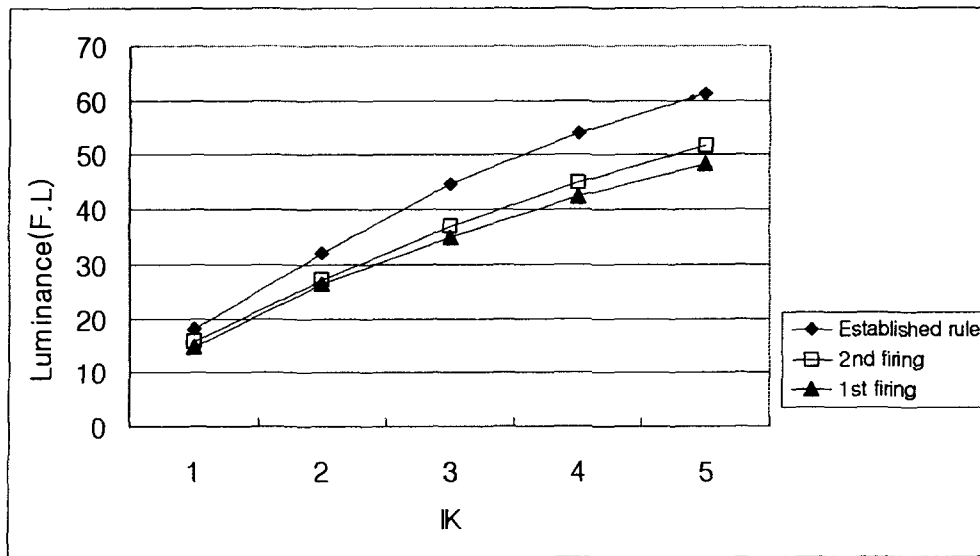


Fig. 11. Luminance change.

본 실험으로 제작된 모노크롬 평면 CRT와 전착법으로 제작된 모노크롬 평면 CRT사 진을 비교하기 위해 Photo. 2에 나타내었다. 전착법은 형광체 뒤쪽에 알루미늄이 증착되어 있어, 발광휘도를 향상시킴을 알 수 있다.

4. 결 론

스크린인쇄법 및 열전사법에 의한 디스플레이 개발을 연구목적으로 검토해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 열가소성 접착제로서는 아크릴계 수지 접착제가 소성특성이 가장 양호한 결과를 얻을 수 있었다.
- 2) ITO액과 용제를 혼합하여 스크린 인쇄 작업성과 전사, 소성 후의 형태를 SEM으로 촬영해본 결과 5:5가 가장 우수하였다.
- 3) 형광체와 바인더의 혼합비를 7:3으로 조성된 형광면이 ITO에 대한 부착성 및 형광

체의 패킹성이 가장 우수하였다.

4) 형광체와 바인더의 혼합비를 7:3으로 조성된 형광면을 소성한 후에 발광휘도를 측정해 본 결과 기존 제품의 84%정도의 휘도가 얻어짐을 알 수 있었다. 이것은 발광성을 향상시키는 물질을 첨가하지 않은 상태에서 측정된 결과이므로 이점을 고려하면 기존 제품과 거의 같은 수준의 휘도를 얻을 수 있다고 판단된다.

참고문헌

- (1) G. Blasse and B. C. Grabmaier, "Luminescent Materials", pp. 134~145 (1994).
- (2) 公開特許公報(日本), 特開平5-234508 (1993).
- (3) D. W. Johnson, Jr., "Innovation in Ceramic Powder Preparation", Advance in Ceramics Vol. [21], The American Ceramic Society Inc., Ohio 3~19 (1987).
- (4) 平尾 李/吉田 哲久/早川 茂 共著, "薄膜技術の新潮流", 工業調査会, pp. 65~773 (1997).