

## Poly(Styrene-co-GMA)의 합성과 *in situ* Reactive Compatabilizer로서의 응용

김 주 영 · 서 경 도

한양대학교 공과대학 공업화학과  
(1992년 6월 5일 접수, 1992년 8월 21일 채택)

### Synthesis of Poly(Styrene-co-GMA) and its Application as *in situ* Reactive Compatabilizer

Ju-Young Kim, Kyung-Do Suh

Department of Industrial Chemistry, College of Engineering, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

(Received June 5, 1992, Accepted August 21, 1992)

**요 약 :** 모노머의 반응성비가 각각  $r_1=0.53$ ,  $r_2=0.44$ 반응인 styrene과 GMA(glycidyl methacrylate)를 일정 몰비로 반응시켜서 styrene과 GMA의 공중합체인 PGS를 합성한 후, 에틸렌 디아민을 반응시켜서 공중합체내에 아민기를 도입시켰다. 아민기가 도입된 중합체인 NPGS는 PGMA와 블렌드시에 DSC분석 결과, 단일 Tg를 나타내므로 두 폴리머는 상용성이 있다는 것이 관찰되었다. 이 NPGS-PGMA의 블렌드를 PS-PGMA 블렌드물에 일정무게비로 첨가하여서 이에 따른 상용성의 변화를 관찰하였다. 즉, 비상용성인 PS-PGMA블렌드에, 에폭시기와 아민기와의 화학적 반응에 의하여 상용성을 나타내는 NPGS-PGMA블렌드의 첨가에 따른 상용성의 향상을 DSC분석을 통한 Tg변화와 SEM(Scanning electron microscopy)측정에 의한 morphology변화를 통하여서 관찰하였다. 측정 결과, PS-PGMA 블렌드는 NPGS-PGMA 블렌드가 첨가됨에 따라 Tg변화를 나타내었고, PGMA의 PS내에서의 분산은 향상되었다. 따라서, NPGS-PGMA의 블렌드는 PS-PGMA블렌드의 상용성을 향상시키는 상용화제로서의 작용을 하였다.

**Abstract:** Copolymer of Styrene and GMA(glycidyl methacrylate), having reative ratios of  $r_1=0.53$ ,  $r_2=0.44$ , was synthesized in dioxane using AIBN as free radical initiator. Followed by the reaction of ethylene diamine with copolymer PGS, amine groups were introduced to the PGS(NPGS). The composition of copolymer was determined by elemental analyzer. Poly(glycidyl methacrylate) (PGMA) was obtained in benzene using AIBN as free radical initiator. The NPGS-PGMA blend of 50/50 composition was prepared by mixing these polymers in THF at 65°C. Glass transition temperature (Tg) of NPGS-PGMA blend was measured by DSC. The blend showed a single Tg. Accordingly, it was clear that the NPGS was compatible with PGMA. An intermolecular reaction between amine groups of NPGS and epoxy groups of PGMA imparts compatibility in the NPGS-PGMA blend. When the NPGS-PGMA blend was added to the incompatible PS-PGMA blend, PS-PGMA blend showed Tg change. Scanning Electron Micrograph(SEM) showed a fine morphology in this blend. Consequently, it was apparent that the NPGS-PGMA blend acted as a compatibilizer for the PS-PGMA blend.

## 1. 서 론

범용적으로 이용되어온 기존의 폴리머들의 우수한 물성을 복합, 보강시키는 목적으로 서로 다른 두 물질을 혼합하는 방법인 폴리머 블렌드가 많이 연구되어 왔다. 그러나, 블렌드시 상용성을 나타내며, 물성 향상을 나타내는 폴리머의 쌍은 그 범위가 한정되어 있으므로, 이러한 점을 개선하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

비상용성인 두 폴리머들을 상용화시키는 데에는, 두가지 주요한 방법이 개발되어 왔다. 비교적 오래된 방법인, 첫번째 방법은, 블렌드 조성물들과 유사하거나, 동일한 block이나, graft segment를 가진 블록, 그라프트 공중합체를 사용하는 것이며, 이 경우 사용되는 공중합체들을 유화제(emulsifier) 또는 상용화제(compatabilizer)라고 하며, "interfacial agent"로 작용하여서 상용성에 영향을 미치며, 특히, 공중합체 세그멘트의 길이와 분자구조가 상용성과 블렌드물의 물성에 큰 영향을 미친다[1]. 그러나, 상용화제로서의 이용이 가능한 블록, 그라프트 공중합체 합성에는 여러가지 어려움이 따르며, 합성시 고도의 테크닉이 요구된다.

최근에 개발된 두번째 방법은 "in situ reactive compatabilization"으로, 화학적으로 상호반응이 가능한 고분자들을 블렌드하는 방법이다. 관능기가 도입된 고분자의 쌍으로 polyamide/rubber[2, 3], polyolefin / rubber[4], polystyrene / polyethylene[5, 6], polystyrene/rubber[7] 등이 있으며 활발히 연구되고 있다. 이 반응성 폴리머들의 반응으로 인해서 그라프트, 블록 또는 가교 폴리머가 생성되며, 이로 인해 상용성이 블렌드에 부과된다.

그리고, 최근에 에폭시기 함유 반응성 폴리머의 개발에 큰 관심이 모아지고 있는데, 그 중에서도 중합성 비닐기와 에폭시기를 동시에 함유하고 있는 GMA(glycidylmethacrylate)를 이용한 반응성 폴리머에 대한 개발이 활발히 진행되고 있다. GMA를 이용해 합성한 공중합체들은 에폭시기에 반응성을 이용해서, 수지개질분야, 의료용재료분야, 접착분야에 응용되고 있다[8].

따라서, 본 실험에서는 일반적인 방법으로는 블록이나 그라프트형태의 공중합체가 얻어지기 어려운 styrene과 GMA를 "in situ reactive compatibilization" 방법을 사용하여서 PS와 PGMA 블렌드의 상용

성향상을 관찰하였다.

즉, styrene과 GMA의 공중합체를 형성한 후, GMA의 에폭시기와 화학적 반응이 가능한 아민기를 공중합체에 도입된 형태의 중합체와 PGMA 블렌드를 PS와 PGMA 블렌드에 일정량 첨가하여서 상용성의 변화를 관찰하였다.

## 2. 실험

### 2. 1. 시약 및 시약의 정제

#### 2. 1. 1. Styrene과 Polystyrene의 정제[9]

Styrene(Junsei Chemical Co., Ltd.)은 10wt %의 NaOH 수용액에 styrene monomer를 첨가한 후, 분액갈대기에 넣어 혼들어 정착한 후, 아래층이 침색이 되지 않을 때까지 똑같은 조작을 반복하고 그 다음 중류수를 가하여 세척, 염화칼슘상에서 24시간 방치 건조한 후 여과하고 사용 직전에 다시 감압증류하여 사용하였다.

또한, polystyrene은 과량의 톨루엔에 녹인 후, 이것을 메탄올에 침적시킨 후, 침전물을 수 시간 동안 감압건조하여 사용하였다.

#### 2. 1. 2. Glycidylmethacrylate(GMA)의 정제[10]

GMA에 함유되어 있는 수분을 제거하기 위해  $K_2CO_3$ 를 적당량을 넣고 수시간 방치시켰다가 여과하였다. 여과한 GMA에 함유된 hydroquinone monomethyl ether를 제거하기 위해 감압증류하여 유분을 취했다.

#### 2. 1. 3. 2, 2'-Azo-bis-isobutyronitrile(AIBN)의 정제[9]

Merck사의 AIBN을 ethanol로 2회 재결정시킨 다음 25°C에서 2일간 감압건조하여 사용했고, ethanol (absolute)은 Junsei Chemical사 제품을 그대로 사용했다.

#### 2. 1. 4. 기타 시약

Tetrahyfuran(THF)과 dioxane, benzene, methanol, ethylene diamine, toluene은 Junsei Chemical사 제품 1급시약을 그대로 사용했으며, polystyrene은 한남화학의 GP-125를 사용하였다.

## 2. 2. GMA중합제 및 GMA-styrene 중합체의 합성

### 2. 2. 1. GMA의 라디칼중합

중합은 봉관법에 의해 행하였다. GMA를  $3.78\text{mol/l}$ , AIBN을  $4.92 \times 10^{-4}\text{mol/l}$ 로 용매인 benzene에 첨가한 후, 중합관을 봉입하고 dry ice-methanol로 냉각, 질소치환을 한 후, 중합관을 봉하였다.

봉합 중합관을  $80^\circ\text{C}$ 의 항온조에 장치하고 30분동안 반응시킨 후, 메탄올에 침적시켜서 침전물을 취하였다. 얻어진 반응물을 1일동안 감압건조하였다. 그리고, 얻어진 GMA중합체를 PGMA로 명명하였다.

### 2. 2. 2. Styrene과 GMA 공중합체 합성

GMA라디칼 중합과 마찬가지로, 봉관법을 사용하였다. styrene과 GMA를 일정 몰비로 혼합한 후 개시제인 AIBN을 소정량 첨가한 후 반응용매인 dioxane에 첨가한 후 중합관에 봉입하였다.

질소치환을 한 중합관을  $80^\circ\text{C}$ 의 항온조에 장치하고 8시간동안 반응시킨 후, 메탄올에 침적시켜서 침전물을 취한다. 얻어진 반응물을 1일동안 감압건조하였다. 그리고, 얻어진 styrene과 GMA중합체를 PGS로 명명하였다.

### 2. 2. 3. Styrene-GMA 공중합체에 amine기 도입

합성된 Styrene-GMA 공중합체를 THF에 일정량 용해한 후 과량의 ethylene diamine을 첨가하여 수분간 반응시켰다. 반응물을 메탄올과 증류수 혼합액에 침적시켜서 침전물을 취하였다. 이 침적물을 1일동안 감압건조하였다. amine기가 도입된 Styrene과 GMA 공중합체를 NPGS로 명명하였다.

### 2. 3. FT-IR 분석

Styrene과 GMA 공중합성체의 합성과 GMA중합체 합성 및 Styrene과 GMA공중합체에 amine기 도입여부는 FT-IR을 통해서 확인하였다.

### 2. 4. GPC측정과 원소분석

합성된 중합체들의 분자량과 분자량 분포는 GPC(Shimadzu LC-64)로 THF를 용매로 사용하였고  $35^\circ\text{C}$ 에서 측정하였다. 그리고, PGS 공중합체에서의 공중합조성은 원소분석을 통하여서 측정하였다. 이때 사용한 기기는 Carlo Erba 1108이며, combustion temp는 C, H, N에 대해서는  $1000^\circ\text{C}$ , 산소에 대해서는  $1080^\circ\text{C}$ 로 측정하였고, carrier flow는  $100\text{ml/min}$

였다.

### 2. 5. 블렌드의 제조

모든 블렌드는 공용매인 THF에 두 폴리머를 일정 무게비로 녹여서 혼합하는 solution blend로 제조하였다. THF내에 용해되어 있는 블렌드를 필름으로 캐스팅한 후 감압오븐에서  $50^\circ\text{C}$ 로 1일동안 건조하여서 필름을 얻었고, 얻어진 필름을 여러가지 분석에 사용하였다.

### 2. 6. DSC측정

블렌드의 상용성 여부를 관찰하기 위해서 DSC분석을 통하여서 블렌드의  $T_g$ 를 측정하였다. 분석은  $40^\circ\text{C}$ 에서  $170^\circ\text{C}$ 의 범위에서 측정하였고, 승온속도는  $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 로 하였다. 그리고 얻어진 흡열곡선의 transition midpoint로부터  $T_g$ 를 결정하였다.

### 2. 7. SEM(Scanning electron micrographs)측정

PS와 PGMA블렌드의 PGS, NPGS-PGMA블렌드 첨가에 따른 상용성의 변화를 morphology 변화를 통해서 관찰하였다. 사용된 기기는 Jeol model JSM-35CF이다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3. 1. GMA의 라디칼 종합

Fig. 1에 GMA monomer와 PGMA의 적외선 흡수스펙트럼을 표시했다. 라디칼종합을 통해서 얻어진 PGMA의 경우에는 GMA중의 에폭시기에 기인하는  $1258$ ,  $910$ 과  $845\text{cm}^{-1}$ 의 흡수대의 변화는 없으나, 이

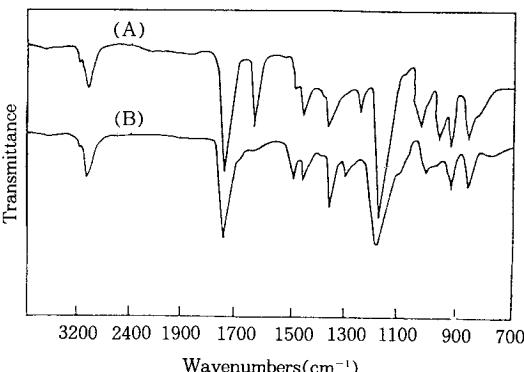


Fig. 1. IR spectra of GMA and PGMA :  
(A) GMA monomer (B) PGMA.

중결합의 흡수대인  $1640\text{cm}^{-1}$ 는 소멸되었다. 따라서, 중합에는 이중결합만이 관계했다는 것을 알 수 있다.

GMA는 비교적 점도가 높은 모노머로, MMA보다 젤효과를 받기가 쉬우므로, 벤젠중에서의 GMA농도와 반응시간 등의 중합조건이 연구되었다[11]. 즉, 젤효과를 나타내기 전의 GMA중합체는 아세톤, DMF, THF, dioxane, chloroform, DMSO와 같은 용매에 용해가 되나, 젤효과를 나타낸 후의 GMA중합체는 유기용매에 녹지 않는다. 따라서, 본 실험에서는 유기 용매에 녹는 PGMA를 합성하기 위하여 젤효과가 나타나지 않는 모노머 농도인  $3.78\text{mol/l}$ 로 반응용매 중에 첨가하여서, 젤효과가 나타나기 전에 반응을 종결시켰다.

GPC로 합성된 PGMA의 분자량 및 분자량분포를 측정한 결과, 34,000의 수 평균 분자량과 78,000의 중량 평균 분자량을 가지고 있었다.

### 3.2. Styrene과 GMA공중합체 합성

styrene과 GMA의 공중합체의 적외선 흡수스펙트럼을 Fig. 2에 나타내었다. 공중합체에서는 이중결합의 흡수대인  $1640\text{cm}^{-1}$  peak가 나타나 있지 않고, GMA의 에폭시기에 해당하는 흡수피크인 1258, 910과  $845\text{cm}^{-1}$ 가 나타나고 있으므로 두 모노머의 이중 결합간의 반응으로 이루어진 styrene과 GMA의 공중합체임을 확인할 수 있었다.

Styrene과 GMA의 몰비를 18:1, 9:1로 반응시킨

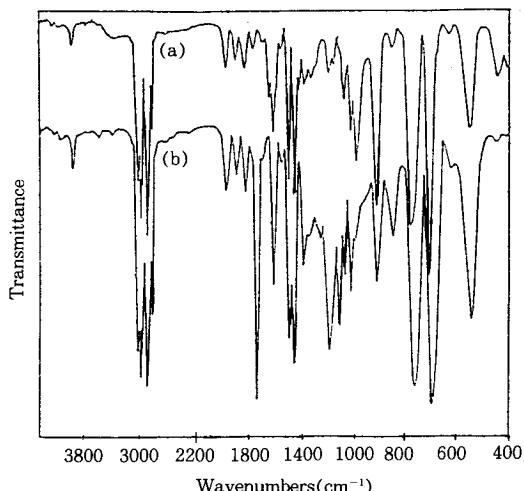


Fig. 2. IR spectra of Styrene-GMA copolymer(PGS) and polystyrene : (a) polystyrene (B) PGS.

것을 각각 PGS1, PGS2이라고 명명하였으며, 공중합체 각각의 분자량 및 분자량분포를 GPC를 통해 측정한 결과, PGS1과 PGS2는 유사한 분자량과 분자량분포를 가지고 있었다(Table 1.).

Table 1.  $\overline{\text{Mn}}$ ,  $\overline{\text{Mw}}$  and Dispersity of PGS1, PGS2

	Mole ratio (styrene/GMA)	$\overline{\text{Mn}}$	$\overline{\text{Mw}}$	Dispersity
PGS1	18/1	38,800	75,600	1.95
PGS2	9/1	38,900	77,000	1.98

또한, PGS1, PGS2 각각에 대해서 탄소, 수소, 산소의 함량을 원소분석을 통해 측정한 결과를 Table 2에 나타내었다. 공중합체내에 styrene과 GMA가 PGS1의 경우에는 14:1로 존재하며 PGS2에는 8:1의 몰비로 존재한다는 것을 확인할 수 있었다.

Table 2. Composition of PGS1, PGS2 Determined by Elemental Analysis

	C(wt%)	H(wt%)	O(wt%)
PGS1	88.70( $\pm 0.24$ )	8.14( $\pm 0.10$ )	3.14( $\pm 0.11$ )
PGS2	86.84( $\pm 0.28$ )	8.20( $\pm 0.09$ )	4.94( $\pm 0.08$ )

### 3.3. Styrene과 GMA의 공중합체에 아민기 도입반응의 확인

공중합체내에 더 많은 GMA가 존재하는 PGS2의 경우에는 디아민과 반응시, 디아민에 의한 가교반응

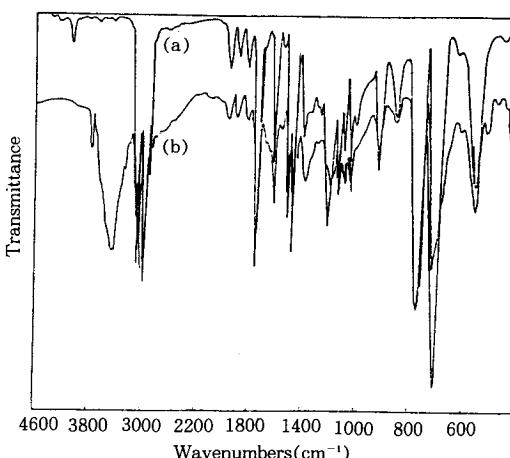


Fig. 3. IR spectra of PGS and NPGS :  
(a) PGS (b) NPGS.

으로 용매인 THF에 녹지 않게되나, GMA의 함량이 비교적 적은 PGS1의 경우에는 디아민을 반응시켜도, 용매에 용해되는 중합체가 얻어진다. 따라서 본 실험에 적합한 PGS중합체는 styrene과 GMA가 14:1로 사슬내에 존재하는 PGS1이였다.

PGS1에 디아민을 반응시킨 것을 FT-IR로 흡수스 펙트럼을 측정한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 공중합체의 에폭시기와 아민과의 반응으로 인한 이차아민의 흡수피크인  $3440\text{cm}^{-1}$ 의 피크가 나타나고 있는 것으로 아민기가 도입되었다는 것을 확인할 수 있었다 [12].

### 3.4. 아민기 도입에 따른 상용성의 변화

PGMA와 styrene과 GMA의 공중합체인 PGS의 블렌드(PGMA/PGS=50/50)와 공중합체 PGS에 아민기를 도입시킨 형태인 NPGS와 PGMA블렌드(PGMA/NPGS=50/50)의 DSC측정 결과를 Fig. 4에 나타내었다. PGMA-PGS블렌드의 경우, 두개의 Tg가 나타나고 있으나, 공중합체 PGS에 아민기를 도입시킨 형태인 NPGS-PGMA블렌드의 경우에는 94°C부근에서 하나의 Tg를 나타내었다.

Styrene과 GMA의 공중합체인 PGS는 polystyrene과 거의 유사한 화학적 구조를 가지고 있으므로 polystyrene-PGMA블렌드와 마찬가지로 PGS-PGMA블렌드는 비상용성이므로 두개의 Tg를 나타낸다고 생각된다. 그리고, PGS는 polystyrene과 유사한 화학적 구조를 가지고 있으므로 polystyrene과 비슷한 온도에서 Tg를 나타낸다고 생각된다. PGS에 아민기가 도입된

NPGS의 경우에는 PGMA와 블렌드시, 도입된 아민기와 PGMA의 에폭시간의 반응으로 인해 상용성이 생겨서 PGS와 PGMA의 Tg의 중간영역에서 단일한 Tg를 나타낸다고 생각된다.

또한, NPGS와 PGMA의 블렌드의 혼합온도를 65°C와 25°C로 변화시킨 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 65°C에서 블렌드한 경우에 단일한 Tg가 나타났다. 따라서, NPGS의 아민기와 PGMA의 에폭시간이 반응하는데에는 일정 반응온도가 요구된다고 생각된다. 또한, 25°C에서 블렌드한 경우에는 Fig. 4에 나타난 PGS-PGMA블렌드시 나타나는 PGS, PGMA 각각의 Tg와 비교하여 볼 때, Tg를 나타내는 온도영역이 서로 접근되는 것을 나타내었는데, 공중합체 PGS에 아민기를 도입시킨 NPGS가 25°C에서 PGMA와 블렌드할 때, 부분적으로나마 반응이 일어나 부분적인 상용화가 이루어져서 Tg를 나타내는 온도영역이 서로 접근된다고 생각된다.

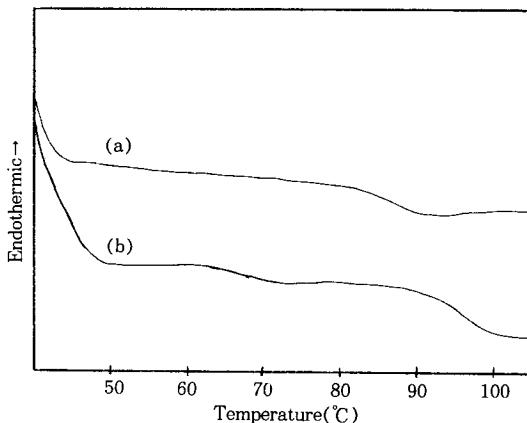


Fig. 5. DSC thermograms of NPGS-PGMA blend  
mixing temp. : (a) 65°C (b) 25°C.

### 3.5. In situ Reactive Compatabilization

에폭시기와 아민기와의 반응으로 인해 상용성을 나타내었던 NPGS-PGMA블렌드를 본질적으로 비상용성인 PS-PGMA블렌드에 일정량 첨가하여서 상용성의 변화를 관찰하여 보았다.

일반적으로 상용화제로 사용되는 것은 상용화시키려는 폴리머들과 유사하거나, 동일한 화학구조를 가진 segment들이 블록, 그라프트형태를 가지고 있는 것이다. 그러나, styrene과 GMA는 두 모노머의 반응성비가 각각  $r_1=0.53$ ,  $r_2=0.44$ 로 블록형태의 공중합체가 얻어지지 않고, 일반적인 방법으로는 styrene

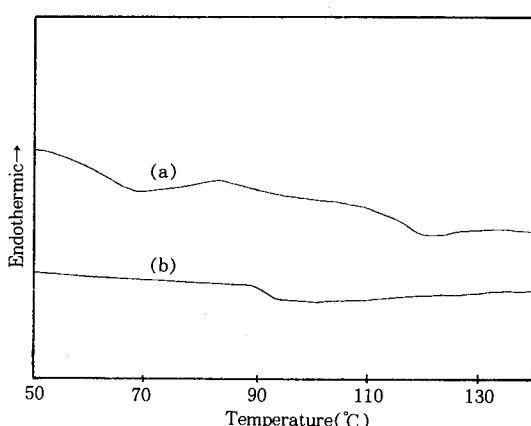


Fig. 4. DSC thermograms of PGS-PGMA, NPGS-PGMA blend (a) PGS/PGMA (50/50) (b) NPGS/PGMA (50/50).

과 GMA의 그라프트 공중합체 합성이 어렵다[13]. 따라서, styrene과 GMA의 라디칼 공중합체인 PGS1과 PGS2는 styrene과 GMA가 블록 형태로 이루어진 공중합체가 아니므로, PS-PGMA블렌드에 상용화제로 첨가시 상용성의 향상은 기대되지 않는다. PS-PGMA블렌드와 PS-PGS-PGMA블렌드의 Tg를 측정해 본 결과를 Fig. 6에 나타내었다.

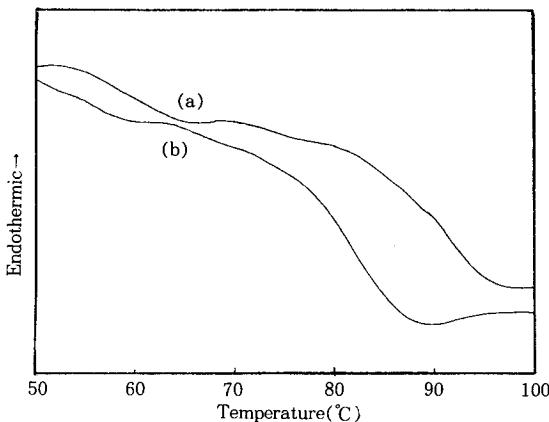


Fig. 6. DSC thermograms of PS-PGMA, PS-PGS-PGMA blend (a) PS/PGMA(80/20) (b) PS /PGS/ PGMA (75/10/15).

PS-PGMA블렌드의 경우에는 60°C부근에서 PGMA, 100°C에서는 PS의 Tg가 나타나고 있다. 여기에, PGS를 첨가하여 블렌드한 경우에는 60°C 부근에서 PGMA의 Tg라고 생각되는 전이현상이 나타나고 있으며, PS보다는 낮은 온도영역에서 또 다른 Tg가 나타나고 있다. 이것은 PGS1은 PS와 매우 유사한 화학적 구조를 가지므로 PS와 상용화하여, PS와 PGS가 상호간에 영향을 주어서, PS 고유의 Tg보다는 낮은 온도에서 나타난다고 생각된다. 그러나, PGS1과 PGMA와는 상용성이 없으므로, PGMA는 고유의 Tg영역에서 Tg를 나타낸다고 생각된다. 따라서, 공중합체 PGS첨가에 따른 PS-PGMA 상용성의 향상은 나타나지 않았다.

65°C에서 블렌드시 상용성을 나타내는 NPGS-PGMA블렌드를 PS와 PGMA 블렌드에 대해서 10phr 첨가하는 경우의 DSC분석 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 분석 결과, NPGS-PGMA블렌드가 첨가됨에 따라, 두개의 Tg를 나타낸던 PS-PGMA블렌드가 단일한 Tg를 나타내는 것으로 보아서, NPGS-

PGMA블렌드가 첨가됨에 따라 PS-PGMA블렌드의 상용성이 향상되었다고 생각된다.

PGMA와 반응성이 있는 아민기를 가지고 있고 화학적으로 polystyrene과 매우 유사한 구조를 가진 공중합체인 NPGS와 PGMA의 블렌드는 NPGS의 아민기와 PGMA의 애폭시기간의 반응으로 polystyrene에 PGMA가 그라프트된 형태가 되므로, PS-PGMA블렌드에 첨가시, 상용화제 역할을 하여서 PGMA와 polystyrene의 상용성을 증가시키므로 단일한 Tg를 나타낸다고 생각된다. 그리고, PS-(NPGS-PGMA)-PGMA블렌드의 Tg는 polystyrene의 Tg에 가까운 영역에서 나타나고 있는데, 이것은 polystyrene이 블렌드에 과량으로 함유되었기 때문이라고 생각된다.

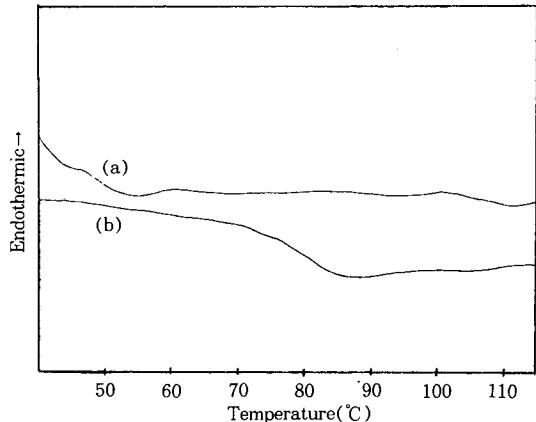


Fig. 7. DSC thermograms of PS-PGMA, PS-(NPGS-PGMA)-PGMA blend (a) PS/PGMA (80/20) (b) PS-(NPGS-PGMA)-PGMA (75/10/15).

### 3. 6. SEM(Scanning electron micrographs) 측정 결과

PS와 PGMA블렌드물과 NPGS, NPGS와 PGMA 블렌드물 첨가에 따른 morphology변화를 SEM을 통하여 관찰하여 본 결과를 Fig. 8에 나타내었다. PS와 PGMA블렌드물의 경우에는 PGMA가 PS와 상용화되지 못하고 PGMA domain을 형성하고 있음을 알 수 있었고, PGS를 블렌드물에 첨가하느 경우에는 상용성의 증가는 나타나지 않았다. 반면에, NGS와 PGMA블렌드물 첨가시에는 PGMA의 domain이 매우 적어지며 분산성이 증가하였므로, 상용성이 증가되었음을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결 론

Polystyrene에 에폭시에 반응성이 있는 아민기가 도입된 형태인 NPGS와 PGMA의 블렌드물을 비상용성인 PS-PGMA 블렌드시 일정량 첨가함에 따라 상용성의 증가가 관찰되었다. 즉, 일반적인 라디칼중합으로는 styrene과 GMA는 상용화제로써의 효과가 큰 diblock, graft공중합체가 얻어지기 어려우므로, 이와 같이 블렌드시, 관능기들간의 화학반응으로 인해서 상용성을 나타내는 NPGS-PGMA 블렌드물을 상용화제로 사용하여서 상용성을 향상시킬 수 있었다. 그러므로, 본 실험에 이용한 방법인 “in situ Reactive Compatabilization”을 사용하는 경우에는 좀 더 손쉽게 블렌드물의 상용성을 증가시킬 수 있을 것이라고 생각된다.

또한, NPGS는 polystyrene과 매우 유사한 구조를 가지고 있고, PGMA는 매우 반응성이 높은 에폭시기를 가지고 있으므로, NPGS-PGMA 블렌드물은 polystyrene과 매우 유사한 구조를 가지고 있는 폴리머와 에폭시와 반응성이 있는 관능기를 가진 폴리머의 상용화제로 사용이 가능한 것으로 생각된다.

#### 참 고 문 헌

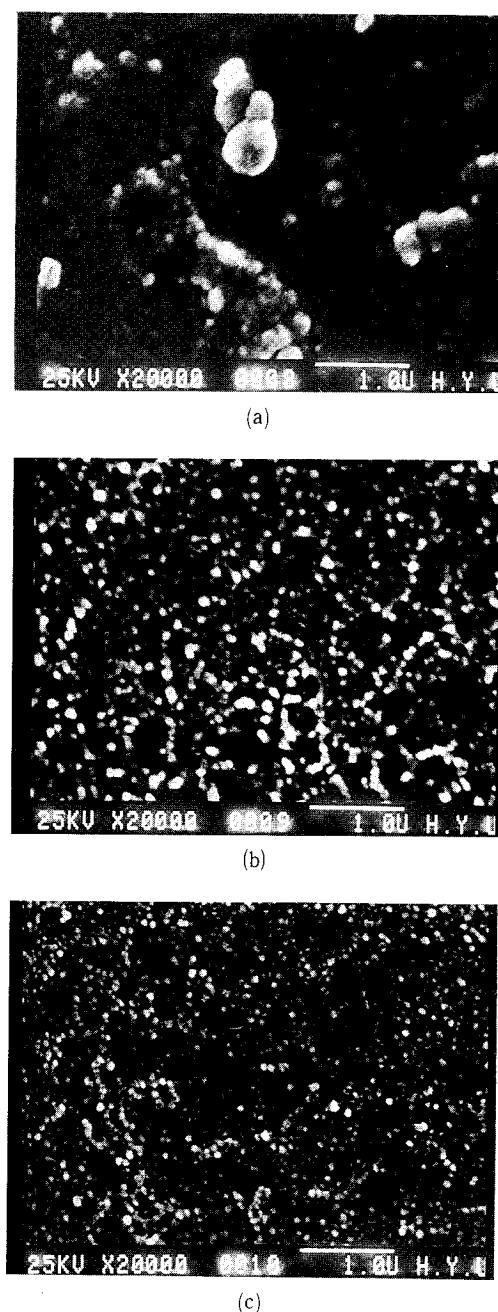


Fig. 8. Scanning electron micrographs(SEM) of PS-PGMA, PS-PGS-PGMA, PS-(NPGS-PGMA)-PGMA Blend. (a) PS-PGMA (80/20) (b) PS-PGS-PGMA(75/10/15) (c) PS-(NPGS-PGMA)-PGMA (75/10/15).

1. D. R. Paul, in *Polymer Blend*, D. R. Paul and S. Newman, Eds., Academic Press, New York, 1978.
2. S. Cimmino, L. D'Orazio, R. Greco, G. Maglio, M. Malinconico, C. Mancarella, E. Martuscelli, R. Palumbo, and G. Ragosta, *Polm. Eng. Sci.*, **27**, 328(1987).
3. R. Greco, M. Malinconico, E. Martuscelli, G. Ragosta, and G. Scarinzi, *Polymer*, **28**, 1185 (1987).
4. A. Y. Coran and R. Patel, *Rubber Chem. Technol.*, **56**, 1045(1983).
5. W. E. Baker and M. Saleem, *Polymer*, **28**, 2057 (1987).
6. W. E. Baker and M. Saleem, *Polm. Eng. Sci.*, **27**, 1634(1987).
7. M. W. Fowler and W. E. Baker, *Polm. Eng. Sci.*, **28**, 1427(1988).
8. 反応性ポリマーの合成と應用 Ch. 21 エポシ基を

- む反応性ポリマ-CMC 日本(1989).
- 9. D. D. Perrin, and W. L. F. Armarego, Purification of Laboratory Chemicals, 3rd Ed. Pergamon Press, New York, 1988.
  - 10. Byung Keel Kahng and Il Hong, *J. Kor. Soc. Text. Eng. Chem.*, **17**, 18(1980).
  - 11. T. Otsu, K. Goto, M. Imoto, 高分子化學., **21**, 703(1964).
  - 12. J. B. Lambert, D. A. Lightmer, H. F. Shurvell, R. G. Cooks, "Introduction to Organic Spectroscopy" Macmillan Publishing Co. New York, 1987.
  - 13. J. Brandrip, E. H. Immergut, "Polymer Handbook", Hanser Publishers, New York, 1985.