

비정질 $As_{40}Se_{50-x}S_xGe_{10}$ 박막의 구조특성에 관한 연구(A Study on the Structure Properties of Amorphous
 $As_{40}Se_{50-x}S_xGe_{10}$ Thin Film)

金 鍾 彬*, 鄭 鴻 倍**

(Jong Bin Kim and Hong Bay Chung)

要 約

비정질 $As_{40}Se_{50-x}S_xGe_{10}$ 벌크(bulk)와 박막의 XRD patterns을 분석하여 비정질임을 확인하고 유리질 천이온도(glass transition temperature : T_g), 결정화(crystallization ; T_c)와 용융점(melting point : T_m)을 확인하기 위하여 DSC, DTA와 TGA에 의한 열분석 한후 $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ 벌크에서의 T_g 는 238°C, $As_{40}Se_{25}S_{25}Ge_{10}$ 과 $As_{40}Se_{50}Ge_{10}$ 벌크에서의 T_g 는 231°C 임과 열분석을 통하여 비정질-비정질 임을 확인 하였다. 편광현미경의 광학구조(optical texture)에 의해 연속상과 분산상으로 상분리(phase separation)됨을 확인하고, 박막의 T_g 가 200°C 부근임을 알 수 있었으며 상분리된 박막의 표면 SEM 사진을 EDS 분석을 통하여 Ge-rich한 연속상과 Se-rich한 분산상으로 상분리 됨을 확인 하였다.

Abstract

In this paper, we analyze the structure characteristics of $As_{40}Se_{50-x}S_xGe_{10}$ system bulk and thin films. As the results of XRD patterns, it identified amorphous state. In order to find the glass transition temperature(T_g), crystallization(T_c) and melting point(T_m) of bulk sample, it ascertained that T_g is 238°C in $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$, and 231°C in $As_{40}Se_{25}S_{25}Ge_{10}$ & $As_{40}Se_{50}Ge_{10}$ following the thermal analysis by DSC, DTA, & TGA method. Also it was confirmed the phase separation of continuous phase and dispersion phase by the optical texture of polarizing microscope and T_g near 200°C in thin film. Therefore, it was found that it occurs the phase separation of Ge-rich continuous phase and Se-rich dispersion phase following the EDS analysis of thin film and the surface SEM photograph.

I. 서 론

반도체 집적화 제조기술이 생산성, 재현성 및 신뢰성 등의 향상을 이룩한 것과 같이 1978년 Yariv 등에 의해

최초로 반도체 레이저와 건다이오드(Gunn Diode)의 집적이 이루어진 이후, 광통신에서도 광신호 처리를 단일 소자내에서 행하는 광전집적회로(OEIC)에 대한 연구가 새로운 연구분야로서 발전해가고 있다.

광통신 시스템에 이용되는 광소자는 일반적으로 반도체 레이저, 발광다이오드(LED) 등과 같이 빛을 감지하는 수광소자, 그리고 빛의 변로, 집속, 분배, 필터 등의 제어 기능을 갖는 기능소자로 분류할 수 있는데, 최근에는 이러한 광시스템에서의 광집적화를 위해 물질내에 격자

*正會員, 朝鮮大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Chosun Univ.)

**正會員, 光云大學校 電子材料工學科
(Dept. of Elec. Mat. Eng., Kwangwoon Univ.)

接受日字: 1992年 7月18日

(grating) 형성을 이용하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 통신용 광원으로 대두되는 장파장 반도체의 경우 실리콘 광검출기의 최적손실 영역인 1.65 μ m 부근의 파장대역에서 고속 광통신을 위해 선풍이 작고 중심파장이 안정된 단일모드의 발진이 가능한 DFB, DBR 레이저에 대한 연구가 활발하며, 광집적화를 위한 격자의 응용 가능성으로 이들 레이저의 제조 과정에서 단일모드로 발진을 가능하게 하기위해 활성층(active layer)영역의 주위에 형성시키는 격자를 비정질 칼코게나이드 물질로 제작하는 연구가 기대되고 있다. 비정질 칼코게나이드 박막에서의 광학적 정보저장의 특성으로는 매우 높은 정보저장 효과를 얻을 수 있으며 이러한 광학정보 저장의 조건으로는 사용된 매질이 광에 민감해야하며 빠른 선형적인 노출 특성을 보여야한다. 이러한 광정보 기록 매질로서 그 응용가능성이 급증하고 있는 비정질 칼코게나이드 박막에서 관찰되는 변환으로는 (1) 비정질-결정질 변환 특성을 이용한것,^[11] (2) 레이저 조사에 의한 void의 형성과 파괴의 특성을 이용한것,^[12] (3) 비정질-비정질의 구조적 변환 특성을 이용한것,^[13] (4) 금속과의 적층구조에기 금속이 비정질 막으로 확산되는 광도핑 특성을 이용한것^[14] 등으로 분류할 수 있다.

(Se, S)를 기본으로 한 비정질 칼코게나이드 박막은 비정질-비정질의 구조적 변환 특성을 이용한 것으로 에너지 대역폭에 해당하는 빛 조사에 의해 흡수단이 장파장영역으로 이동하여 동일 파장내에서 흡수계수가 증가하는 광축화 현상을 관찰할 수 있으며 이 광축화 영역은 유리질 전이온도 근처에서 열처리 시킬 경우 흡수단이 단파장영역으로 이동하는 가역적 광유기 현상이 일어난다.

또한 빛조사시 커다란 굴절을 변화시킬 수 있는 동굴상내의 변환으로 인한 높은 분해능, 가역적인 감광성, 증착기술의 발달로 인한 넓은 면적의 박막제작이 용이하다는 장점등으로 인하여 광기록 매질로서 유용한 것으로 알려졌다.^[15]

이러한 칼코게나이드 박막을 이용하여 슈퍼마이크로피시 응용 가능성을 타진하였고^[16] 근적외선 영역에서의 투명한 특성과 커다란 굴절을 변화로 인해 이들 물질로의 광도파로(optical waveguide)^[18]에 대한 응용가능성이 연구되고 있으며 광집적화에 유용성이 있는것으로 보고되고 있다.

특히 가시광장 영역에서 굴절을 변화량이 0.05~0.1에 해당하는 값은 홀로그래피^[9] 기록매질로서 매우 유용한 것으로 보고되고 있다.

본연구에서는 (Se, S)를 기본으로한 비정질 칼코게나이드 박막중에서 광학적 특성이 안정하고 광기록 매질로서의 유용성이 있다고 보고된 $As_{40}Se_{50-x}S_xGe_{10}$ 박막의 조성비를 변화시켜 벌크와 박막에서의 XRD, DSC로 유

리질의 형성 여부와 DTA와 TGA에 의해 열분석 하였으며 편광현미경을 이용하여 박막에서의 유리질 전이온도 변화에 따른 표면을 SEM과 EDS로 분석하여 광기록 매질로서의 응용 가능성에 대한 기초 물성을 고찰하였다.

II. 실험

1. 시료 제조

본 실험에 사용한 As, Se, S 및 Ge 원소의 순도는 6N이었으며 $As_{40}Se_{50-x}S_xGe_{10}$ ($x=0, 25, 35$ at.%)의 조성을 이루도록 각 원소를 원자량 비율로 환산하여 전자차편(ALSEP, MEV 198A)으로 0.1mg까지의 정도로 평량하였다.

일반적으로 칼코게나이드 물질은 석영과 반응하지 않는 성질이 있으므로 준비된 시료를 석영관($\phi=12$ mm)에 넣은후 2×10^{-5} Torr정도의 진공도에서 봉입하였다.

이때 사용한 석영관은 질산 용액으로 석영관 내의 유기물을 완전히 제거하고, 세척용액($K_2Cr_2O_7+H_2SO_4$)을 24시간 이상 채워두어 내부의 유기물을 제거한 후 증류수로 세척하고 진공진조된 상태로 사용하였다.

진공 봉입된 석영관을 브리지만형 실리콘넛트 전기로에 넣어 200°C에서 2시간 600°C에서 2시간 이상을 유지시켜서 각각의 원소들을 충분히 반응시킨 후 서서히 온도를 상승시켜 870°C 부근에서 25시간 이상 용융상태를 유지하였다. 그 후 공기중 300K에서 급속한 냉각을 통해 시료의 비정질화를 이루도록 하였다.

2. 박막 제작

진기로부터 제조된 각 조성의 시료들은 전자빔 진공증착기(electron beam vacuum evaporator, VI-43N, ANELVA)를 사용하여 6×10^{-6} Torr의 진공도에서 구조적으로 균일한 표면을 얻기 위해 낮은 증착속도 5Å/sec로 박막을 제작하였다. 이때 제작된 박막의 두께는 두께 측정기(talystep, TALYSTEP-HOBSON)로 두께 차이를 보정한 후 전자빔 진공 증착기의 결정감지기(Crystal sensor, INP007-212)에 의해 광 특성이 우수하다고 보고된 0.53 μ m의 두께를 갖는 박막을 제작하였다.

실험에 사용된 기판은 현미경용 유리(3×1 inch, MENZEL GLASER Co)를 사용하였으며 증류수, 삼염화에틸렌, 아세톤, 메탄올의 순서로 조음과 세척기내에서 세척한 후 사용하였고, 박막의 정성 분석을 하기위하여 Si(111)웨이퍼를 사용하였다.

3. 측정

제작된 벌크와 모든 박막에 대한 비정질 형성 여부는

X-Ray Diffractometer (XRD, Rigaku, D/Max 3A)를 사용하여 $2\theta=10^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 범위에서 관측된 XRD 패턴으로 분석하였다. 벌크의 glass transition temperature(T_g)는 Differential Scanning Calorimeter (DSC, Stanton redcroft, DSC 700)를 사용하였으며 Differential Thermal Analysis(DTA) 및 Thermal Gravimetric Analysis(TGA, Stantonredcraft, STA 1500)로 측정하였다. 박막에서의 T_g 는 hot stage (Mettler FP-5)를 사용하여 300°C 까지 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 로 가열하면서 편광현미경(Polarizing Microscope, Leitz Co, Ortholux)에 부착된 사진기를 이용하여 박막 표면의 상변화를 촬영하여 분석하였다. 박막에서의 T_g 를 편광현미경을 이용하여 관찰한후 박막의 표면을 Scanning Electron Microscope (SEM, Jeol-840A)를 사용하여 200~1000배의 배율로 관찰하였으며 원소의 정성분석을 조사하기 위하여 Energy Dispersive X-Ray Spectrometer (EDS, Link AN10-85S)를 사용하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1. X-선 회절분석

비정질 $\text{As}_{40}\text{Se}_{50-x}\text{S}_x\text{Ge}_{10}$ 의 각 조성비에 따른 벌크와 박막을 상온에서의 X-선 회절분석은 (0002) 흑연 단결정 monochromator가 부착된 X-선 회절시험기에서 $\text{CuK}\alpha$ 선을 사용하였다. 실험조건은 $2\theta=10^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 범위에서 관전압 35kV, 관전류 15mA 및 주사속도 $1^{\circ}/\text{min}$ 의 조건으로 분석한 결과 각 조성비에 따른 벌크와 박막이 비정질임을 확인 할 수 있었으며 그 결과는 그림 1과 같다.

2. DSC and 열분석

유리전이온도(T_g)는 고체화 된 비정질 부분의 분열운동(segmental motion)이 시작되는 온도로서 마이크로 브라운 운동이 일어나게 되고, 2차 상 전이온도라고도 하는데 이 온도에서는 불연속적 성질로 나타나게 되며, 열이력(thermal history)이나 가열, 냉각속도에 따라 달라질 수 있다. 또 재료의 열전달계수, 측정방법에 따른 응답특성이 다를 수 있어 일반적으로 측정방법에 따라 T_g 의 변화폭이 있게 된다.

실험에 사용된 $\text{As}_{40}\text{Se}_{15}\text{S}_{35}\text{Ge}_{10}$ 벌크 상태에서의 T_g 를 측정 하기 위하여 백금도가니(Pt Crucible)에 11.900mg을 분쇄하여 봉입한 후 승온속도를 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 하여 DSC와 Cp(정압비열)방법으로 측정한 그 결과를 그림 2와 3에 나타내었다.

두 측정의 결과로 부터 일치하는 바와 같이 238°C 부터 T_g 가 시작됨을 알 수 있으며 이와같은 방법으로 $\text{As}_{40}\text{Se}_{25}\text{S}_{25}\text{Ge}_{10}$ 벌크 상태의 T_g 는 231°C , $\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{Ge}_{10}$

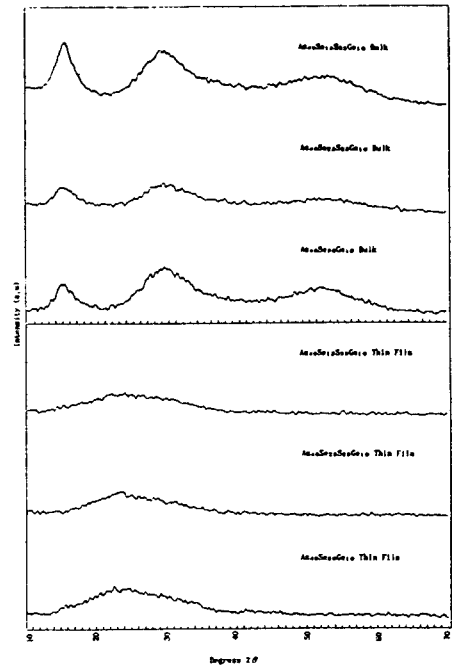


그림 1. 비정질 $\text{As}_{40}\text{Se}_{50-x}\text{S}_x\text{Ge}_{10}$ 벌크와 박막의 XRD 패턴
Fig. 1. XRD patterns of amorphous $\text{As}_{40}\text{Se}_{50-x}\text{S}_x\text{Ge}_{10}$ bulk and thin films.

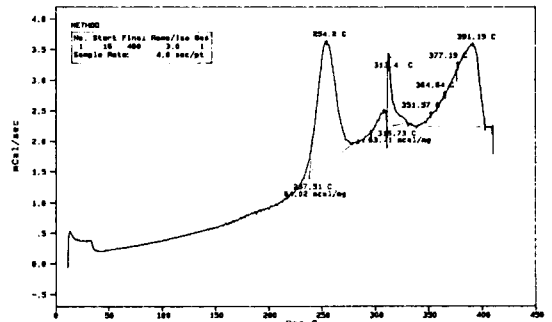


그림 2. $\text{As}_{40}\text{Se}_{15}\text{S}_{35}\text{Ge}_{10}$ 벌크의 DSC 곡선
Fig. 2. DSC thermogram of $\text{As}_{40}\text{Se}_{15}\text{S}_{35}\text{Ge}_{10}$ bulk.

벌크 상태의 T_g 는 231°C 부근임을 확인 할 수 있었다.

이상의 실험결과로 부터 측정온도 범위에서 결정화(crystallization)나 용융점(melting point)이 보이지 않아 완전한 비정질임을 알 수 있었다.

또한 시차열분석(DTA)과 중량열분석(TGA)을 실험 하기 위하여 $\text{As}_{40}\text{Se}_{15}\text{S}_{35}\text{Ge}_{10}$ 벌크를 분쇄하여 백금 도가

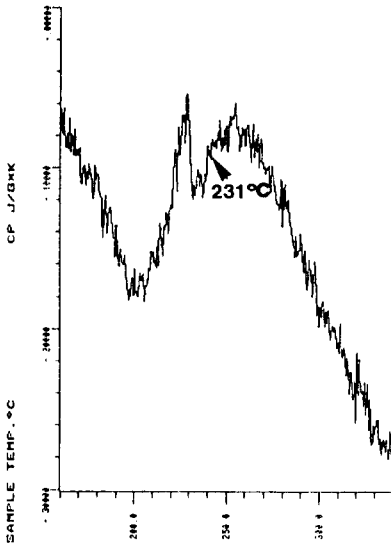


그림 3. $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ 벌크의 Cp방법에 의한 DSC 곡선
 Fig. 3. DSC thermogram by Cp methode of $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ bulk.

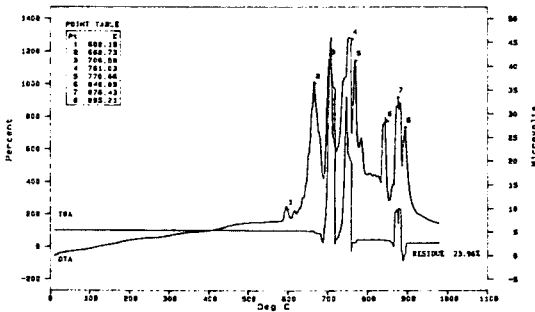


그림 4. $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ 벌크의 DTA 와 TGA 곡선
 Fig. 4. DTA and TGA thermogram of $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ bulk.

니에 18.400mg를 넣은후 25°C에서 승온속도를 5°C/min씩 1000°C까지 변화시켜 측정한 그 결과는 그림4와 같다.

이때 DTA 곡선(thermogram)에서 600°C 부근에 완만한 발열 피크가 나타나는 이유는 As-Se-S-Ge원소들의 합성에 기인한 것으로 고려되어지며 고온측으로 이동할수록 더욱 많은 발열 피크가 나타남을 알 수 있었다.

이때 600°C 부근의 발열 피크가 용융점인지를 확인하기 위하여 백금 도가니에 18.400mg의 벌크를 넣어 질소분위기에서 승온속도 2°C/min씩 1000°C까지 변화시키

면서 고온현미경 (Leitz ORTHOPLAN-pol)의 hot stage에 올린후 10X, 20X 장초점 렌즈를 사용하여 관찰한 결과 기포(bubble)가 형성된 후 기화됨으로 인하여 용융점이 아님을 확인할 수 있었다. 또한 온도변화에 따른 TGA 곡선에서 660°C 부근에 중량 변화가 일어나기 시작하여 700°C 부근에서 급격한 중량변화가 일났으며 25°C에서 부터 1000°C까지의 온도변화에 따라 약 76.02%의 중량변화가 발생하였음을 확인하였고 이는 기포들의 기화에 의한 것으로 사료된다.

같은 방법으로 $As_{40}Se_{25}S_{25}Ge_{10}$ 벌크 20.105mg를 DTA 곡선에서 나타난 바와 같이 664°C부근에 기포들에 의해 가장높은 발열 피크가 나타나고 고온측으로 변할 수록 많은 피크들이 나타났으나 용융점은 없었다.

TGA 곡선에서 660°C부근에 중량변화가 일어나기 시작하여 710°C부근에서 급격한 중량변화가 일어났으며 이러한 현상은 고온측으로 변할 수록 많은 피크들이 나타나고 25°C부터 950°C까지 온도변화에 따라 약 96.46%의 중량변화가 발생하였음을 확인할 수 있었다.

또 $As_{40}Se_{50}Ge_{10}$ 벌크 19.400mg에 대한 DTA 곡선 630°C부근에서 완만한 발열 피크가 나타나고 700°C부근에서 많은 피크가 나타났으며 830°C부근에서 가장높은 발열 피크가 나타났으나 용융점은 없었다.

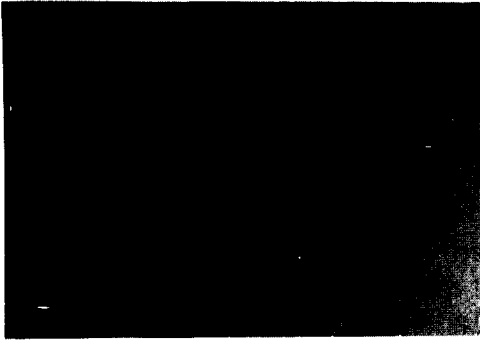
또 TGA 곡선에서 630°C부근에서 중량변화가 일어나기 시작하여 820°C부근에서 급격한 중량변화가 일어났으며 830°C부근에서 더욱 심하였다. 25°C에서 부터 950°C까지 온도변화에 따른 중량변화는 75.47%발생함을 확인할 수 있었다.

이상의 열분석 결과 열안정화는 아주 낮음을 알수 있었으며 결정화나 용융점이 없으므로 비정질임을 확인할 수 있었다.

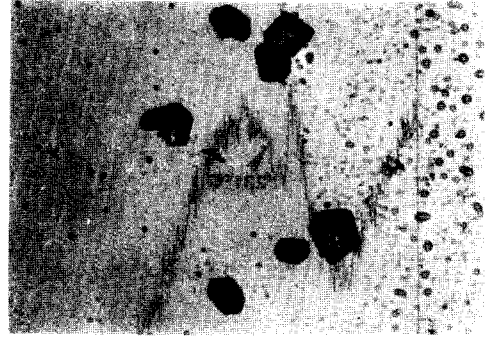
3. 박막의 광학 구조

사진 1은 $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ 측정방법인 편광현미경의 복굴절을 이용한 관찰(배율 200배)에서 균일한 상을 보여주고 있으며 10°C/min의 승온속도로 202°C까지 가열시키면 사진 2에서 보여주는바와 같이 micro 상분리가 시작된다.

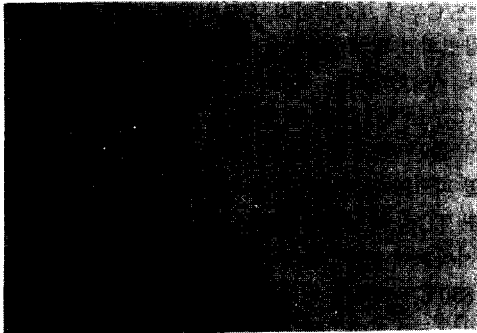
분리된 상 중 분산상(dispersion phase)의 크기는 12-16μm이며 분포는 고르지 못하였다. 230°C로 가열하면 사진 3에서 처럼 또다른 상변화가 관찰되는데 전영역에 걸쳐 균일한 수포모양을 형성하였으며 이는 박막을 형성하고있는 성분들 상호간에 형성된 화합물의 존재를 예상케한다. 242°C로 가열할 경우 사진 2에서 초기에 생성된 분산상의 색깔이 밝아지며 생성된 화합물로 예상되는 수포형상이 더욱 어두워지는 현상을 사진 4로 부터 관찰할 수 있었다.



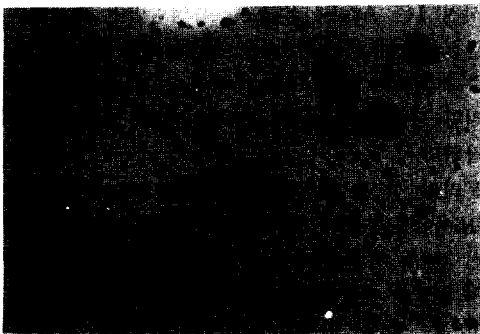
사 진 1. 25°C에서 $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ 박막의 광학구조
Photo. 1. Optical structure of $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ thin film at 25°C.



사 진 4. 242°C에서 $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ 박막의 광학구조
Photo. 4. Optical structure of $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ thin film at 242°C.



사 진 2. 202°C에서 $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ 박막의 광학구조
Photo. 2. Optical structure of $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ thin film at 202°C.



사 진 3. 230°C에서 $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ 박막의 광학구조
Photo. 3. Optical structure of $As_{40}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ thin film at 230°C.

이러한 관찰에서 생각할수있는 점은 편광에 대하여 복굴절이 커지는 부분과 감소되는 부분이 있다는 것이고 이는 각각 분자간의 배열이 더욱 정돈되는 부분과 더욱 등방성의 비정질이 되는 부분으로의 상분리 현상을 생각할 수 있다.

그러나 사진에서 볼수 있듯이 분자 배열이 정돈되는 부분은 등방성 부분 보다 훨씬 작은 면적으로 나타나 있다.

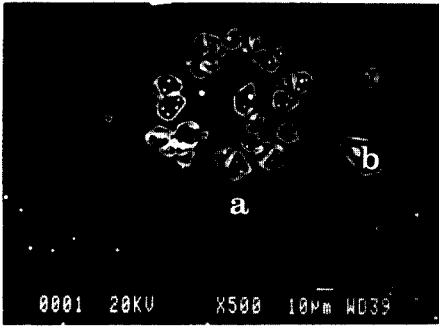
4. SEM 관찰 및 EDS 분석

사진 5는 편광현미경에서 상분리 된 박막을 실온 상태에서 주사 전자 현미경(SEM)으로 박막표면을 관찰한 것으로서 광학 현미경에서 관찰한 것과 비슷하게 분산상의 domain 크기는 12-20 μm 이었다. 분산상과 연속상(continuous phase)의 조성을 알아보기 위하여 에너지 분산형 X-ray 스펙트럼(EDS)으로 이들 영역의 원소 분석을 행하였는데 연속상에서는 Ge이 Se보다 더 많음을 보였고, 분산상에서는 Se이 Ge보다 많음을 확인하였다. 이들이 어떠한 형태로 결합되어 있는지 또 어떻게 상분리를 일으키는지에 대한 메카니즘을 설명할수는 없지만 특정 온도 즉 박막에서의 T_g 인 202°C부근에서 Se-rich한 분산상과 Ge-rich한 연속상으로 상분리 됨을 확인할 수 있었다.

이와같은 상분리는 상분리후 실온으로 냉각시켜 관찰한 편광현미경에 의한 구조(texture)가 변화되지않고 그대로 유지됨을 사진 6에서 보아알 수 있었다.

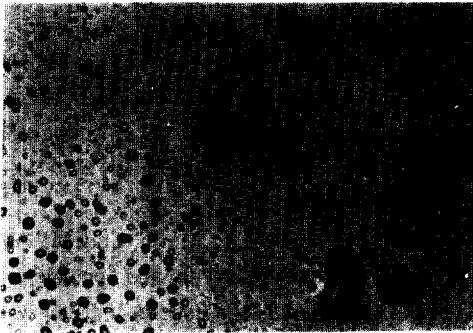
$As_{40}Se_{25}S_{25}Ge_{10}$ 박막과 $As_{40}Se_{30}Ge_{10}$ 박막에서도 분산상과 연속상으로 상분리됨을 확인할 수 있었고 이때 박막의 T_g 는 200°C부근임을 알 수 있었다.

그림5(a)와 (b), 그림 6은 에너지 분산형 X-ray 스펙



사 진 5. 242°C에서 상분리된 박막의 실온에서 SEM 사진

Photo. 5. SEM photograph at room temperature phase separated thin film at 242°C.



사 진 6. 242°C에서 상분리된 박막의 실온에서의 광학구조

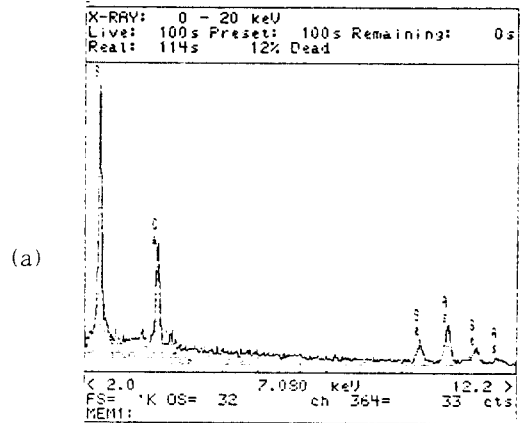
Photo. 6. Optical structure at room temperature of phase separated thin film at 242°C.

트림(EDS)을 이용하여 각성분 원소에 대하여 점분석(Point analysis)과 도트 매핑(dot mapping)한 결과이다.

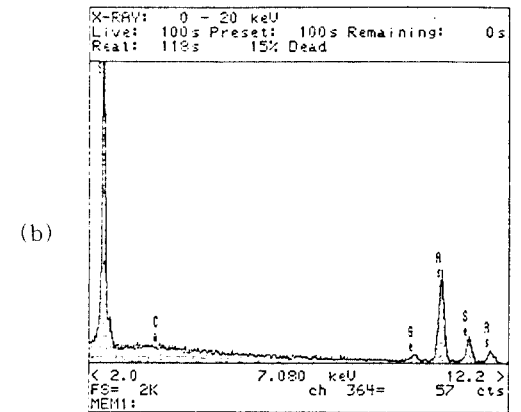
그림5(b)는 분산상의 경우 Se이 Ge에 비하여 월등히 높은 조성을 보여주고 있으며 그림5(a)는 연속상에서 Ge이 Se보다 더 높은 조성을 보여주고 있다.

또 기판(substrate)으로 사용한 슬라이드 그라스의 back ground로 인한 Ca성분의 차이를 볼수 있는데 그림5(a)에서 나타난 Ca이 그림5(b)에서 검출되지 않고 있다.

즉 분산상에서는 층의 두께가 연속상보다 훨씬 두껍다는것을 알 수있으며 앞에서 언급한 편광현미경 관찰의 결과와 연계시켜 생각해보면 연속상에 다소의 정돈된 분자 배열 또는 층이 존재함을 알 수 있었으며 도트 매핑에서도 재확인할 수 있었다.(그림 6)



(a)



(b)

그림 5. SEM 사진의 EDS 분석 (a) 연속상 (b) 분산상

Fig. 5. EDS analysis of SEM photograph. (a) continuous phase, (b) dispersion phase.

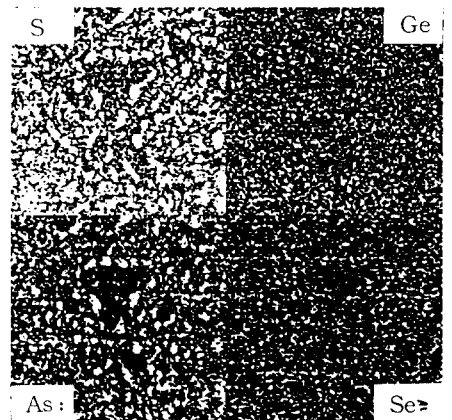


그림 6. SEM 사진의 연속상을 점분석에 의한 EDS 분석 Fig. 6. EDS analysis by continuous phase dot mapping of SEM photograph.

IV. 결 론

본 논문에서는 As-Se-S-Ge계 박막의 기초물성 실험 결과에 의해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 비정질 $As_{10}Se_{30-x}S_xGe_{10}$ 벌크와 박막에서 XRD 패턴과 DSC 곡선 분석에서 비정질임을 확인할 수 있었다.
2. DSC 실험에서 비정질 $As_{10}Se_{15}S_{35}Ge_{10}$ 벌크의 T_g 는 $238^\circ C$ $As_{10}Se_{25}S_{25}Ge_{10}$ 벌크와 $As_{10}Se_{30}Ge_{10}$ 벌크의 T_g 는 $231^\circ C$ 임을 알 수 있었다.
3. 비정질-비정질임을 확인하기 위하여 조성비에 따른 각각의 벌크에서 DTA, TGA 분석 결과 결정화 및 용융점이 나타나지 않으므로 인하여 확인할 수 있었다.
4. 조성비에 따른 각각의 박막을 편광현미경에 의한 광학구조에 의해 상분리를 관찰할 수 있었고 이때 박막의 T_g 는 $202^\circ C$ 임을 알 수 있었다.
5. 편광 현미경에 의한 광학구조를 SEM에 의한 박막 표면을 촬영한 후 EDS분석을 통하여 분산상에서 Se이 Ge 보다 많음을 알 수 있었고 연속상에서는 Ge이 Se 보다 많음을 알 수 있었다.

이와 같은 결론을 통하여 As-Se-S-Ge계 박막의 기초물성과 비정질-비정질임을 확인하고 T_g 부근에서 박막 안정성이 확인 되므로써 박막 이용시 T_g 부근의 온도에서 상분리를 통한 홀로그래프 매질, 사진식각, 광도파로 등과 같은 광전 집적회로 등에 응용 가능할것으로 사료된다.

参 考 文 献

[1] H. B. Chung, Y. L. Lee, H. Y. Lee, B. H. Kim, "The optica recording properties of te-based alloy thin films with the antireflection trilayer", *J. of KIEE*, vol. 3, p. 25, 1990.

[2] M. Chen, V. Marrello, U. G. Gerber, "Abla-

tive hole formation process in thin tellurium and tellirium-alloy films", *Appl. Phys. Lett.*, vol. 41, p. 894, 1982.

[3] K. Kimura, H. Nakata, K. Murayama, "Interrelation between glass transition and reversible photostructural change", *Solid State Commun.*, vol. 40, p. 551, 1981.

[4] H. B. Chung, D. C. Moon, Y. J. Lee, "The properties of photodoping on the interface of Ag/amorphous As_2S_3 ", *Trans of KIEE*, vol. 35, p. 10, 1986.

[5] K. Tanaka, J. of Non-Cryst. Solids, "Relations between dynamical and reversible photoinduced changes", vol. 35/36, p. 1073, 1980.

[6] Y. Ohmachi, T. Igo, "Laser-induced refractive inde change in As-S-Se-Ge glasses", *Appl. Phys. Lett.*, vol. 20, p. 506, 1972.

[7] S. Zembutsu, Y. Toyoshima, T. Igo, H. Naga "Propertiesof (Se, S)-based chalcogenide glass films and an application to a holographic supermicrofiche", *Appl. Optics*, vol. 14, p. 3073, 1975.

[8] K. Tada, N. Tanino, T. Murai, and M. Aoki, "Sputtered films of sulphur and/or selenium-based chalcogenide glasses for optical wave guides", *Thin. Solid Films*, vol. 96, p. 141, 1982.

[9] S. Zembutsu, S. Fukunishi, "Wave guiding properties of (Se, S) based chalcogenide glass films and some application to optical wave guide devices." *Appl. Optics*, vol. 18, p. 393, 1979.

著 者 紹 介



金 鍾 彬 (正會員)

1945年 5月 4日生. 1967年 2月 조선대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1980年 10月 건국대학교 대학원 전자공학과 졸업. 1987年 9月~현재 광운대학교 대학원 전자재료공학과 박사과정 수료. 1992年 10月 현재 조선대학교 공과대학 전자공학과 부교수. 주관심분야는 광전집적회로소자 및 설계, 광도파로, 홀로그래피 등임.



鄭 鴻 倍 (正會員)

1951年 1月 19日生. 1973年 연세대학교 전기공학과 졸업. 1976年 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 1980年 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1983年 미국 M. I. T. 객원 교수. 현재 광운대 공대 전자재료공학과 교수. 주관심분야는 비정질 반도체 불성 optical wave guide, optical mass memory device, 이온 레지스트 등임.