

## Al-1%Si 박막배선의 구조 효과와 절연보호막 효과에 관한 연구

박영식 · 김진영

광운대학교 전자재료공학과

### 요 약

Al-1%Si 박막배선의 구조와 절연보호막이 EM에 미치는 효과를 알아보기 위해 두 가지 종류의 패턴을 형성하였고, 그 위에 세 가지 구조를 갖는 절연보호막을 증착하여 시편을 제작하였다. 배선은 1000  $\mu\text{m}$ 의 길이에 2.0, 4.28  $\mu\text{m}$ 의 선폭을 갖는 직선형패턴과 같은 길이에 선폭의 변화가 있는 SWEAT(Standard Wafer-level Electromigration Acceleration Test)형의 패턴, 두 종류이다. SWEAT형 배선은 large area link와 narrow line으로 구성되어있다. SWEAT형 배선의 large area link의 형태를 diamond형과 rectangular형으로 제작하고, 면적을  $12 \times 12 \mu\text{m}^2$ ,  $12 \times 24 \mu\text{m}^2$ 와  $12 \times 36 \mu\text{m}^2$ 의 세 가지로 제작하여 박막배선의 구조와 면적에 따른 평균수명시간(Mean-Time-to-Failure, MTF)의 의존성에 관하여 고찰하였다. 각 패턴은 electron beam lithography공정을 통하여 형성되었고, 이 위에  $\text{SiO}_2(3000 \text{ \AA})/\text{PSG}(3000 \text{ \AA})/\text{SiO}_2(3000 \text{ \AA})$ ,  $\text{SiO}_2(3000 \text{ \AA})/\text{Si}_3\text{N}_4(2000 \text{ \AA})/\text{SiO}_2(3000 \text{ \AA})$ ,  $\text{SiO}_2(3000 \text{ \AA})/\text{Si}_3\text{N}_4(2000 \text{ \AA})$ 의 구조로, 절연보호막의 증착두께와 물질을 달리하여 MTF와의 관계를 알아보았다.

MTF는 직선형배선이 SWEAT 구조를 갖는 배선에 비해 길게 나타났다. 박막배선의 구조에 따른 수명시간의 의존성은 diamond shaped pattern의 수명시간이 rectangular shaped pattern 보다 긴 것으로 나타났으며, large area link 면적의 증가와 수명시간과의 관계는 명확하지 않다. 또한 MTF는 절연보호막의 두께와 물질에 의존하는 것으로 나타났다.

### 실 험 결 과

각 배선에 270  $^{\circ}\text{C}$ 의 분위기 온도와  $3.15 \times 10^6 \text{ A/cm}^2$ 의 전류밀도를 인가한 후 측정된 MTF를 그림 1에 나타내었다. 직선형배선의 MTF는 38.88 min.으로 SWEAT형배선의 MTF인 29.93, 33.08, 38.34, 27.45, 29.01, 42.42 min.에 비해 전반적으로 높은 값을 나타낸다. 그림 2는 large area link의 구조에 따른 MTF의 변화를 나타내었다.  $12 \times 12 \mu\text{m}^2$ ,  $12 \times 24 \mu\text{m}^2$ 의 면적을 갖는 배선에서는 동일한 면적인 경우, diamond shaped pattern이 rectangular shaped pattern에 비해 긴 수명시간을 나타내었다. 이러한 경향은  $12 \times 36 \mu\text{m}^2$ 의 가장 넓은 배선에서 약한 의존성을 나타낸다. 절연보호막에 관한 MTF의 의존성을 그림 3에 나타내었다. MTF는 절연보호막의 두께에 비례하여 증가하는 특성을 보였고, 증착두께가 비슷한 경우  $\text{SiO}_2/\text{PSG}$ 의 구조를 갖는 시편이  $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ 의 구조를 갖는 시편보다 긴 수명시간을 나타낸다.

### 결 론

박막배선의 구조는 배선의 수명시간에 영향을 미친다. 직선형배선이 SWEAT형배선보다 긴 수명시간을 나타내며, 동일한 면적인 경우 구조적인 변화가 상대적으로 적은 diamond shaped pattern이 rectangular shaped pattern보다 긴 수명시간을 보인다. 또한 평균수명시간은 절연보호막의 증착두께와 물질에도 의존성을 나타낸다.

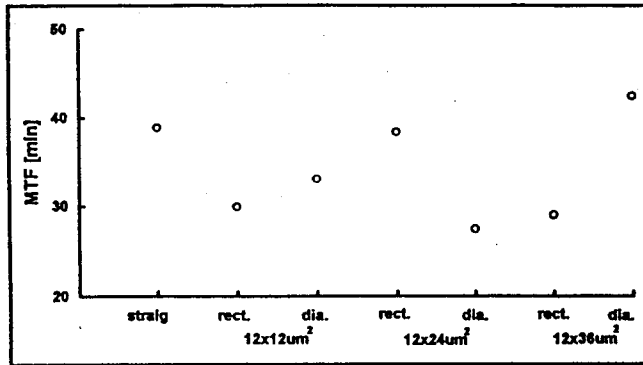


Fig. 1. Mean-Time-to-Failure(MTF) of Al-1%Si thin film interconnections with straight- and SWEAT shaped geometries

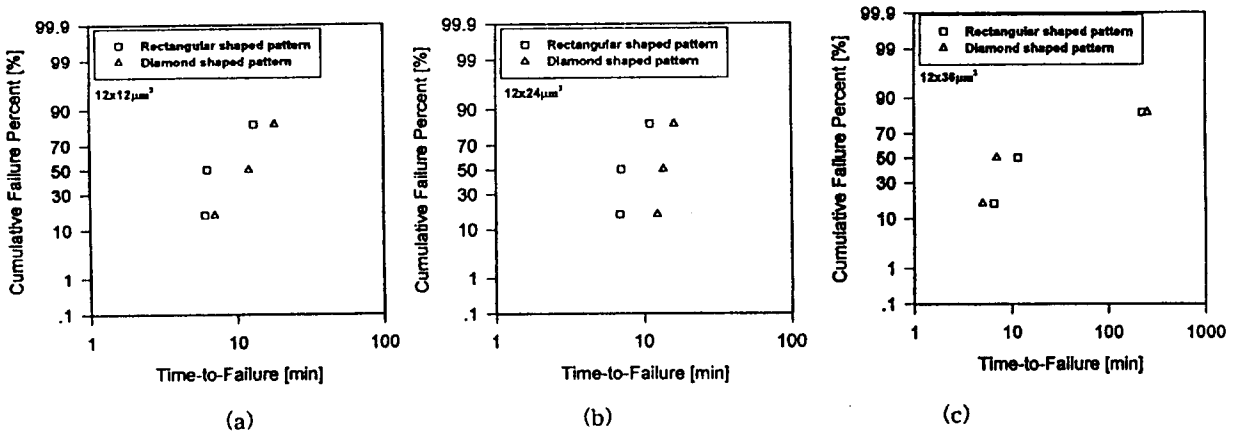


Fig. 2. Cumulative failure percent(%) vs. time-to-failure(TTF) of SWEAT shaped geometries  
 (a)  $12 \times 12 \mu\text{m}^2$       (b)  $12 \times 24 \mu\text{m}^2$       (c)  $12 \times 36 \mu\text{m}^2$

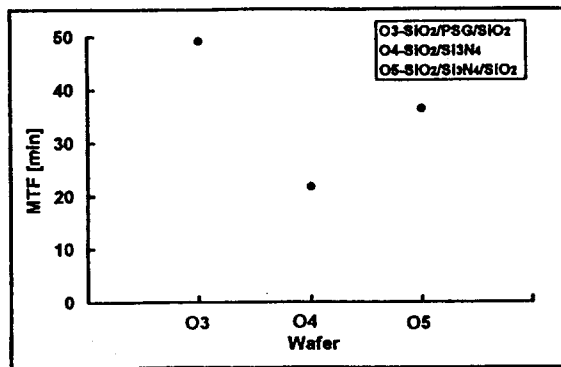


Fig. 3. Mean-Time-to-Failure(MTF) of Al-1%Si thin film interconnections with various dielectric passivation layers