

P형 실리콘 웨이퍼내의 금속 불순물 분석
(Analysis of metal impurities in the p-type silicon wafer)

이성호, 김홍락, 서광, 강성건, 김동수, 류근걸, *홍필영

산업과학기술연구소 반도체 연구팀

* 포스코홀스(주) R&D팀

요약

고집적 회로 제작에 사용되는 P-형 실리콘 웨이퍼 내부에 존재하는 금속불순물을 소수캐리어의 여기변화 등을 이용하는 정성적인 SPV 측정과 정량적인 DLTS 측정을 통해서 비교, 분석하였다. 반도체공정상 중요한 오염원이며, 분석이 쉬운 Fe를 주 오염원으로 하여 분석한 결과 SPV와 DLTS에 의한 Fe는 상호연관관계가 성립하며, P-형 실리콘 웨이퍼내의 Fe, FeB 거동을 200°C quenching으로 관찰할 수 있었으며, 각각의 에너지준위는 0.45 및 0.11eV임을 확인하였다.

I. 서론

집적회로공정에서는 실리콘 웨이퍼 표면 및 내부에 대한 정확한 금속오염에 대한 측정이 이루어져야 하며, 이러한 금속오염은 다양한 분석장비들로부터 얻어진다. 특히 P-형 웨이퍼 표면 및 내부의 오염분석은 가장 오염이 쉽고, 분석하기 쉬운 금속 오염원인 Fe를 기준으로 이루어진다. 표면오염은 TRXFPA로 측정 가능하며, 내부 오염은 SPV와 DLTS로 측정 가능하다. 본 연구에서는 P-형 실리콘 웨이퍼에 대한 Fe 오염을 기준으로 측정값의 신뢰도 향상을 위해서 정성 및 정량화를 통한 연관 작업을 이루고, 웨이퍼에 Fe 금속불순물의 거동을 관찰한다.

II. 실험

P-형 CZ(100) 실리콘 웨이퍼에 Fe이 녹아 있는 HCl(0.6%)을 이용하여 Fe를 오염시킨 후 1100°C, 15분동안 질소분위기의 Furnace에서 열처리하여 표면에 존재하는 Fe를 내부로 확산시키고, 준비된 웨이퍼를 as-received 상태에서 측정한 후 다시 Hot-plate에서 200°C, 2min. quenching하여 SPV로 측정하였다. 이 웨이퍼를 표면 처리한 후 Al schottky 다이오드와 패턴 공정을 하여 DLTS 시편을 만들었다. 하나의 다이오드를 잘라 뒷면을 Ga으로 Ohmic 접촉을 시킨 후, rate window를 변화시키면서 다이오드에 역방향 전압을 인가하여 DLTS 스펙트럼을 관찰하였다. 측정에 사용된 다이오드를 200°C, 2분간 quenching을 통해 분리된 Fe, FeB를 관찰하기 위해서 DLTS 측정을 재수행하였다.

III. 결과 및 고찰

SPV 측정 결과, 소수 전하 확산거리값이 245 μ m에서 173 μ m로 감소하였고, DLTS 측정으로는 Rate window를 변화시키면서 측정한 스펙트럼을 통해 얻어진 FeB 준위는 0.11eV이었고, 200°C quenching을 통해 0.45eV의 분리된 Fe 침입형의 에너지 준

위를 구하였다. 또한 DLTS 측정으로부터 구해진 Fe 양은 $2.03E11atoms/cm^2$ 이었다. 이는 확산거리값 변화로서 계산한 TRXFA-SPV에 의한 Fe 농도인 $1.76E11atoms/cm^2$ 와 거의 일치하고 있다. 따라서 DLTS와 SPV를 통해서 실리콘 웨이퍼 에너지 갭내에 존재하는 결함의 에너지 준위를 계산함과 동시에 실리콘 웨이퍼내의 오염된 금속불순물의 정성적, 정량적 값을 연관지음으로서 정확한 측정, 분석을 기할 수 있음을 확인하였다.

IV. 참고 문헌

1. G. Zoth and W. Berghoz, "A fact preparation-free method to detect iron in silicon", J. Appl. Phys., 67(11), 6764-6771, (1990)

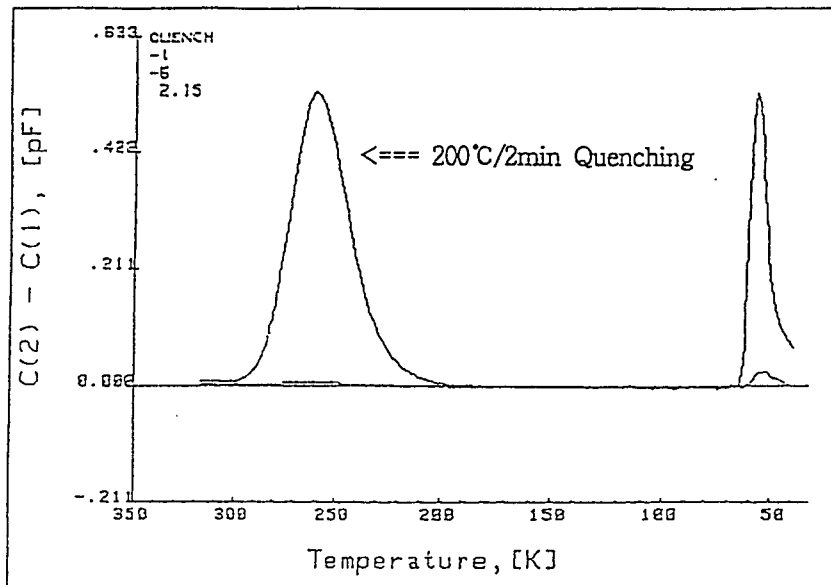


그림. 1 열처리에 의한 FeB \rightarrow Fe_i 해리에 대한 DLTS spectrum