

## 고집적 메모리 소자를 위한 MOSFET 구조

이종호

경북대학교 전자전기컴퓨터학부

본 발표에서는 실리콘 FET 소자의 간단한 역사와 더불어 현재 겪고 있는 문제점, 향후 발전을 살펴보도록 한다. 특히, 한국의 강점인 실리콘 반도체 메모리 기술분야에 적합한 MOSFET 구조에 대한 다양한 논의를 하도록 한다.

“반도체”라는 용어가 독일어로 “halbleiter”로 1911년에 처음 사용된 이후 거의 100년 동안 사용되고 있다. 오늘날 MOSFET의 근간이 되는 FET의 개념이 1926년 특허로 나왔으며, 1931년에는 반도체의 이해를 가능하게 한 획기적인 반도체 띠(band) 이론이 발표되었다. FET 개념이 발표된 후 20여년이 지난 1947년 AT&T 벨 연구소에서 점 접합 바이폴라 소자가 FET보다 먼저 개발되었다. 지각을 이루는 원소 중에서 실리콘은 두 번째로 풍부한 27.7%를 차지하고 있으며, 이미 1942년에 99.999%의 실리콘 단결정이 개발되었다. 1950년대에는 평탄한 반도체 표면에 여러 가지 저항, 커패시터, 트랜지스터를 집적할 수 있는 기술이 개발되었고, 1960년에는 최초의 집적회로(IC)가 발표되었다. 특히, 1960년에는 Jhon Attala와 한국인 강대원 박사가 최초로 성공적으로 동작하는 MOSFET을 AT&T에서 발표하였다.

1965년 무어의 법칙이 예견한 것과 같이 반도체는 지난 40여 년간 끊임없이 발전하였다. 실리콘 MOSFET은 평탄채널 구조를 가지고 무어의 법칙에 따라 대략 2002년까지 성능과 집적도 면에서 계속 발전하여 왔다. DRAM 셀 소자의 채널 길이가 100 nm 이하가 되는 시점인 2000년도 초에, 평탄구조의 MOSFET는 축소화에 있어서 문제점을 보이기 시작했다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 비평탄 채널 구조를 갖는 MOSFET이 등장했다. 대표적인 것이 FinFET이고, 함몰구조를 기반으로 하는 RCAT, 함몰구조의 특성을 개선하는 Saddle (안장) MOSFET 등이 개발되었다. 2003년부터 DRAM 셀 소자로 RCAT은 양산에 적용되고 있으며, 이들 비평탄 채널 구조는 다양한 응용분야에 적용되거나 준비 중에 있다. 이들 비평탄 채널 소자는 3차원 소자로 불리기도 하면서 향후 실리콘 기반 소자의 주요 연구과제가 될 것으로 기대된다. 이들 소자에 대한 기본적인 특징, 제작, 설계관점, 모델링, 특성에 대한 내용을 다양하게 소개한다.