

ZrO₂가 적용된 MIM Capacitor의 신뢰성 분석

이소영*, 조성원*, 권혁민*, 한인식*, 박병석*, 박상욱*, 이희덕*
*충남대학교 전자정보통신공학과

Abstract : In this paper, electrical properties in ZrO₂-based high-k metal MIM capacitors were studied. Linear voltage coefficient of capacitance (VCC) was 72.375 ppm/V, quadratic VCC was 174.581ppm/V², temperature coefficients of capacitance was 111.01ppm/°C at 100kHz and 89.497ppm/°C at 1MHz, which indicate the temperature dependence of electrical parameter for MIM capacitors.

Key Words : MIM capacitors, ZrO₂, High-k dielectric, reliability.

1. 서론

RF와 analog/mixed-signal (AMS) IC에서의 MIM (Metal Insulator Metal) capacitor는 chip 내에서 큰 면적을 차지하고 있다. 따라서 전체 chip의 면적을 감소시키기 위해서는 analog circuit에서 많은 면적을 차지하는 capacitor의 면적을 줄이는 것이 필요하다. 하지만 면적이 줄어들어도 capacitance를 유지해야하므로 단위면적당 capacitance를 증가시키는 것이 매우 필요하다. 따라서 최근 MIM capacitors에서 고유전 물질 (high-k dielectric)을 적용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다 [1]. 더욱이 고유전 물질이 적용된 MIM capacitor는 capacitance가 높고, tunneling current가 낮은 우수한 특성 때문에 RF bypass capacitor에 많이 이용되고 있다 [2]. 하지만 고유전 물질에서의 MIM capacitor 보고가 적고 AMS IC에 완벽하게 적용하기 위해서는 이전에 사용된 SiON, SiN과 비교하여 고유전 물질의 MIM capacitor에 대한 특성 분석 및 신뢰성 특성이 중요하다고 할 수 있다 [3].

본 논문에서는, 고유전 물질이 적용된 MIM capacitor에서 일반적인 VCC (Voltage Coefficient of Capacitance)와 TCC (Temperature Coefficient of Constant) 특성을 분석함으로써 ZrO₂가 적용된 MIM capacitor의 DC 특성 및 신뢰성 특성을 파악 하고자 한다.

2. 실험

P-type 기판에 bottom electrode와 isolation을 하기 위해서 5000Å의 SiO₂ layer를 성장한 후, bottom electrode에 TiN을 sputter로 증착 하였다. ZrO₂ 필름을 bottom electrode 위에 ALD(Atomic Layer Deposition)를 이용하여 80Å을 증착 하였다. ZrO₂ 필름 위에 top electrode TiN을 sputter를 통하여 증착한 후에, W(tungsten)을 통하여 배선 단자와 연결을 하였다. 더욱이 leakage current를 줄이기 위하여 forming annealing을 420°C에서 30분을 진행 하였다.

3. 결과 및 검토

그림1은 MIM capacitor의 frequency(10Hz~1MHz)에 따른 capacitance 특성을 나타내고 있다.

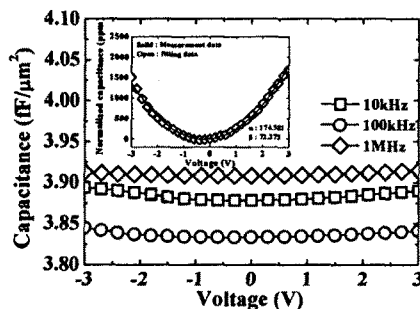


그림 1. MIM capacitors의 C-V 특성.

제작된 MIM capacitor의 단위 면적당 capacitance는 3.85~3.92fF/um²이며, linearity VCC (β)=72.375 ppm/V, quadratic VCC (α)=174.581 ppm/V² 이다.

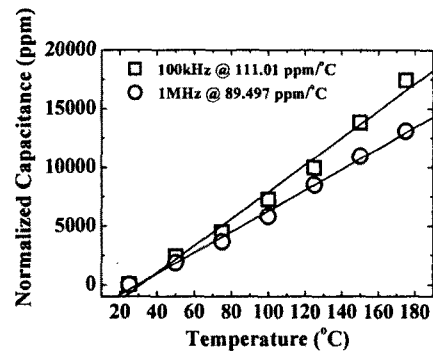


그림 2. 온도에 따른 TCC 특성.

그림 2 는 TCC 특성을 나타낸 것이며, 100kHz에서는 111.01ppm/°C, 1MHz에서는 89.497ppm/°C를 나타낸다. 이는 analog circuit에 사용되기에 적합한 수준을 나타낸다고 할 수 있다 [4].

4. 결론

본 논문에서는 ZrO₂ 적용된 MIM capacitor의 DC 특성 및 신뢰성 특성을 분석하였다. -에서 +의 전압의 변화에 안정된 capacitance를 나타내었고, TCC 특성은 100kHz에서는 111.01ppm/°C, 1MHz에서는 89.497ppm/°C로 analog circuit의 적용에 적합하다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부와 한국산업기술재단의 전략기술인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

참고 문헌

- [1] S. H. Lin, K. C. Chiang, Albert Chin, and F. S. Yeh, IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, VOL. 30, NO. 7, JULY 2009.
- [2] J. H. Kim, V. Ignatova, P. Kucher, J. Heitmann, L. Oberbeck, U. Schroder, Thin Solid Films 516, 8333 ~ 8336 (2008).
- [3] J. Aarik, A. Aidla, A. Kasikov, H. Ma'ndar, R. Rammula, V. Sammelseig, Applied Surface Science 252, 5723 ~ 5734, (2006).
- [4] ITRS 2008. <http://www.itrs.net/>.