

# 전력 SIT소자의 설계 및 제작에 관한 연구

강이구, 박상원\*, 정민철\*, 유장우\*

극동대학교, 고려대학교\*

## Study on Design and Fabrication of Power SIT

Ey Goo Kang, Sang Won Park\*, Min Cheol Jung\*, Woo Jang Yoo\*

Far East University, Korea University\*

**Abstract** - In this paper, two types of vertical SIT(Static Induction Transistor) structures are proposed to improve their electrical characteristics including the blocking voltage. Besides, the two dimensional numerical simulations were carried out using ISE-TCAD to verify the validity of the device and examine the electrical characteristics. First, a trench gate region oxide power SIT device is proposed to improve forward blocking characteristics. Second, a trench gate-source region power SIT device is proposed to obtain more higher forward blocking voltage and forward blocking characteristics at the same size. The two proposed devices have superior electrical characteristics when compared to conventional device. In the proposed trench gate oxide power SIT, the forward blocking voltage is considerably improved by using the vertical trench oxide and the forward blocking voltage is 1.5 times better than that of the conventional vertical power SIT. In the proposed trench gate-source oxide power SIT, it has considerable improvement in forward blocking characteristics which shows 1500V forward blocking voltage at -10V of the gate voltage. Consequently, the proposed trench oxide power SIT has the superior stability and electrical characteristics than the conventional power SIT.

**Key Words** : Power semiconductor, SIT, Forward blocking characteristic, Trench oxide, JFET

### 1. 서 론

현재 전력용 반도체는 대용량화, 고내압화 되는 산업 시스템의 핵심 부품으로 부각되고 있으며 냉장고, 세탁기, 청소기 등에는 인텔리전트 파워 IC 기술을 적용한 인버터가 이용되고 있고 최근 활발히 개발되고 있는 PDP (Plasma Display Panel)의 구동 IC 회로에 포함되는 등 다양한 가전제품에도 응용되고 있다.

본 논문에서는 SIT의 블로킹 특성의 고압화를 기하기 위해 기존의 수직형 파워 SIT에 게이트와 소스 사이에 트렌치 산화막을 형성함으로써 개선된 구조를 제안하였고, 이 소자의 특성과 동작 원리를 검증하기 위해서 2차원 소자 시뮬레이터인 ISE-TCAD를 이용하여 소자의 전기적 특성을 분석·고찰 하였으며, 그 타당성을 검증하였다.

### 2. 소자의 구조 및 동작원리

기판에 드레인 전극과 n+ 층으로 구성되어 있고, 소자의 중앙에 n+ 소오스 영역이 존재하며, 소오스 영역을 기준으로 양쪽에 게이트 영역이 존재한다. JFET와 마찬가지로 normally on 상태의 소자로서 게이트에 역바이어스를 인가하면 펀치 오프상태에 이르게 되면서, 전류는 포화상태에 이르게 되어 그 동작원리는 JFET와 유사하다.

본 논문에서 제안한 소자는 이러한 기존의 수직형 파워 SIT 구조를 바탕으로 순방향 블로킹 전압을 증가시키고자 트렌치 산화막과 구조적 변화를 통해 블로킹 특성을 개선을 하였다. 개선된 소자는 그림 1(a)와 (b)에 제시하였다.

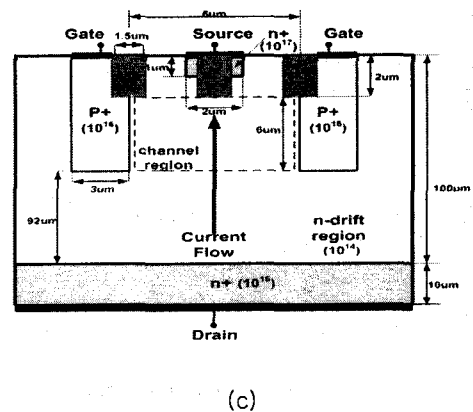
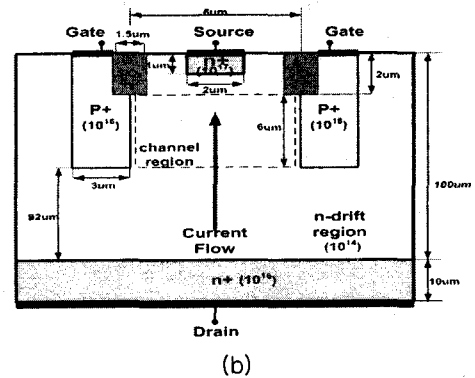


그림 1. 제안한 전력 SIT소자의 구조.

- (b) 제안한 전력 SIT(모델 1)
- (c) 제안한 전력 SIT(모델 2)

### 3. 시뮬레이션 결과 및 고찰

그림 1에 기존의 수직형 파워 SIT와 제안한 1차 모델 구조 및 제안한 2차 모델의 순방향 전도 특성을 비교하여 나타내었다. 결과적으로 제안한(1차 모델) 트렌치 게이트 산화막 파워 SIT의 순방향 블로킹 전압은 기존의 수직형 파워 SIT에 비해 약 1.5배 높은 1400 V의 순방향 블로킹 전압 특성을 얻을 수 있었다. 제안한 2차 모델의 경우 1520 V의 블로킹 전압을 얻을 수 있었다.

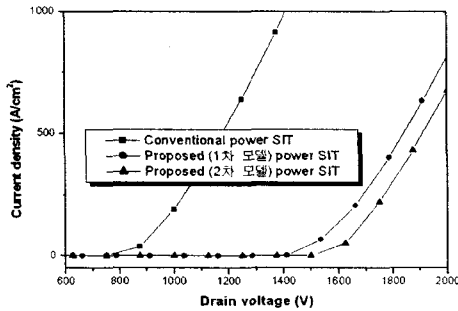


그림 2. 기존의 수직형 파워 SIT와 제안한(1차 모델) 트렌치 게이트 산화막 파워 SIT와 제안한(2차 모델) 트렌치 게이트-소스 산화막 파워 SIT의 순방향 블로킹 특성 비교.

### 4. 소자의 제작

그림 3에서는 제작된 전력 SIT 소자의 평면도를 보여주고 있다. 그림 4는 제안한 전력 SIT 소자의 Breakdown 특성을 나타내고 있는데, 처음에 제시한대로 1000V이상의 항복전압을 보여주고 있어, 그 타당성을 검증하였다.

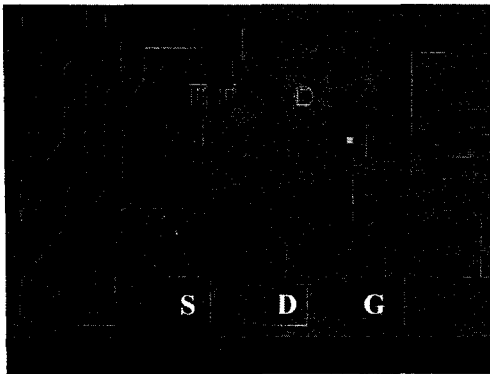


그림 3 제안한 전력 SiC SIT 소자의 평면도

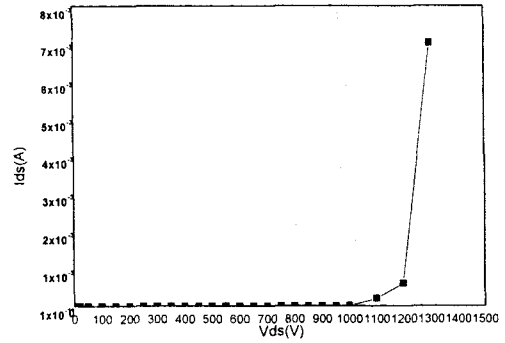


그림 4 제안한 전력 SiC SIT 소자의 Breakdown 특성

### 4. 결론

제안한 트렌치 산화막 파워 SIT는 같은 크기의 기존 수직형 파워 SIT에 비해 순방향 전도 특성은 낮아지지만, 크게 향상된 블로킹 특성을 얻을 수 있었다. 기존의 수직형 파워 SIT는 760 V, 제안한 1차 모델 구조의 블로킹 전압은 1400 V를 얻었고, 제안한 2차 모델에서는 1520 V의 우수한 블로킹 전압을 얻을 수 있었으며, 제작된 SiC SIT 소자의 I-V 특성 및 Breakdown 특성을 통해 제안한 소자의 우수성을 검증하였다. 따라서 유도가열기나 SMPS 등의 구동회로에 충분히 활용 가능할 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 2005년도 산업자원부 전력산업연구개발사업 전력선행기술에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사 드립니다.

### 참고 문헌

- [1] B. J. Baliga, "Evolution and status of smart power technology", Applied Power Electronics Conference and Exposition '92. Conference Proc. Vol. 1, p. 19, 1992.
- [2] B. J. Baliga, "Power Semiconductor Devices", PWS Publishing Company, 1996
- [3] Paolo Spirito, "Educational issues for power semiconductor devices", Microelectronics Journal 27, Vol. 1, p. 109, 1996.