

전력반도체 특성평가 및 불량분석 기술

전력반도체연구센터 | 강인호

○ 본 기술은 기존의 실리콘 및 차세대 전력반도체 개발을 위한 요소기술인 전력반도체의 전기적 특성 평가와 불량분석을 위한 계측시스템 및 방법론을 제공한다.

기술개념 및 구성

기술개념

▶ 본 기술은 전력반도체의 전기적 특성 (정특성, 동특성) 평가와 전개발광을 이용한 불량분석용 계측시스템을 위한 H/W 및 S/W 기술임.

기술의 구성도



<전력반도체특성 평가 기술>

1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 전력반도체는 전력용 파워스위칭 소자와 제어 IC로 구성되어 전자기기에 들어오는 전력을 그 전자기기에 맞게 전력을 변환, 분배 및 관리하는 역할을 하고, 일반 반도체에 비해서 고내압화, 고신뢰성화 등이 요구됨.
- ▶ HVDC, HEV/EV, 신재생에너지 및 Smart Grid 등의 분야에서 다양한 종류의 전력반도체 수요가 급증하고 있지만 국내에는 전력반도체 특성분석, 설계, 모델링, 불량분석 기술이 부족한 실정임.
- ▶ 전력반도체는 일반화된 범용 계측 및 분석장비가 부족한 실정으로 특성 평가를 위한 시스템 구축(개발)과 모델링, 설계, 불량분석 methodology 개발이 필요함.
- ▶ '재팬쇼크'에서 볼 수 있듯이 테스트 등의 반도체 장비 기술은 언제든지 기술 무기화 될 수 있으며 반도체개발과 동반되어야 할 필요기술임.

2. 기술 내용

기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
 - self-heating 최소화를 위한 pulse 측정 및 고압(10kV), 1nA 수준의 누설전류 측정
 - On-wafer 상태 5kV/100A 측정 가능
 - 동특성 측정 및 자동 측정값 (Qg, tr, tr, ti, Eon, Eoff) 추출
 - 다양한 동작상태(고압/대전류)에서 불량 위치를 시작적으로 분석 가능
 - 다양한 동작상태(고압/대전류)에서 불량 위치를 시작적으로 분석 가능
- ▶ 기술의 상세 구역
 - 정특성 시스템: 60V~300A, 10kV~0.1nA 측정 가능

- 동특성 시스템: VG:0~20V (0.01V 수준 제어), 다양한 펄스파형 구현 (220ns~10s), 10kV 절연

경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
- 전력반도체 특성평가 및 불량분석 기술

기술명	Keysight B1505 혹은 B1506
기술 내용	전력반도체 정특성 평가하며 최근에는 DPT(동특성평가장비)도 개발함

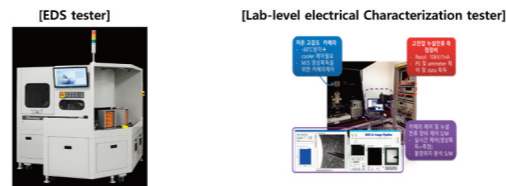
▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
Keysight사의 Power Device Analyzer	불량분석기술 (EL analyzer) 및 웨이퍼 단위 평가기술을 탑재하여 여러가지 성능 등을 동시에 평가할 수 있음.

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

- 실험실 수준의 계측시스템 (범용 장비들, 전력반도체에 계측에 특화된 지그 및 S/W를 통해 구현함)
- 개발된 개별기술(정특성, 동특성, EL 분석, 파워사이클링 등)을 이용하여 독자적인 계측시스템 개발 가능
- Auto prober 및 웨이퍼 수준 측정 기술을 통해 FAB에서 생산한 양산제품을 웨이퍼 수준에서 분석할 수 있는 EDS 시스템

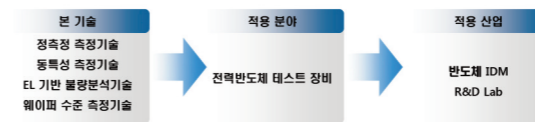


시장이슈

- 인공지능, 로봇, 사물인터넷, 스마트팩토리 및 자동차의 전장화, 친환경화의 비중 확대를 비롯한 태양광, 풍력발전, 송전, 전력소비 등에 이르기까지 전력부품 수요 증가가 전력반도체 성장을 견인하고 있음
- 전력반도체는 전수검사가 원칙이므로 testing 비용은 지속적으로 증가할 것으로 예측되고, 세계 시험 장비 시장은 2017년 41억 8,000만 달러에서 연평균 12.59%로 성장할 것으로 예상됨

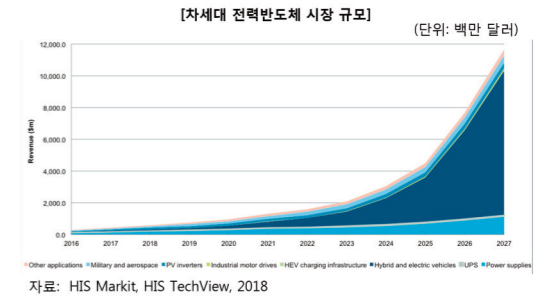
Supply chain

- 본 기술은 전력반도체 특성 측정 및 불량분석 기술로 H/W 및 S/W, 특허 등으로 구성되어 있고, 주로 TESTER 개발 업체에서 제품개발에 직간접적으로 사용할 수 있음.



수요전망

- 차세대 전력반도체 시장은 연평균 35% 성장하여 2020년에 10억 달러에 이르고, 2027년에는 100억 달러를 기록할 것으로 전망됨
- 국내 전력반도체 시장은 세계 시장의 1%를 점유하는 것으로 나타남



4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	전력반도체소자의 동특성측정 및 분석 소프트웨어	한국	C-2013-009710	2013
등록	반도체소자 불량분석용 소프트웨어	한국	C-2013-009709	2013
등록	전력반도체소자의 정특성 분석 및 오토 프로빙 장비 제어 프로그램	한국	P502015-0014	2015
출원	전력반도체 온웨이퍼 전기적 특성 측정장치	한국	10-2015-0145590	2015

기술의 완성도

- ▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계 : 파일럿 규모 시작품 제작 및 성능평가 단계
- ▶ 개발 기술 범위
 - 전력반도체 정특성평가 시스템 및 on-wafer 측정 시스템
 - 전력반도체 동특성평가 시스템
 - 전개발광 기반의 불량분석 시스템
- ▶ 기술개발 완료 시기
 - 프로토타입에 대해서는 기술 개발 완료됨

5. 기대 효과

기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
 - 개발된 계측시스템들은 test house 시장에 진출하려는 기업에 기술이전 가능함. 현재 국내의 순수비메모리 test house 시장은 2010년 기준으로 약 1600억원이며 전세계시장의 약 1.5%임.

기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
 - 국내전력반도체 및 계측기 산업에 기여
- 불량분석 기술 및 시스템은 불량위치를 시작화시켜 주며 다양한 소자 동작환경에서 분석이 가능하여 고전압소자 개발과정에 기여
- 전력반도체 testing house 산업 확장에 기여