

다결정 실리콘 웨이퍼의 밴드갭 측정

Band Gap Measurement Of Polycrystalline Silicon Wafer

■ 서론

반도체의 연구 개발에 일반적으로 측정되는 기본적인 물리량 중 하나는 전기전도도를 결정하는데 사용되는 밴드갭이다. 측정은 일반적인 자외선-가시선-근적외선 분광광도계(UV-VIS-NIR)를 이용한다. 일반적인 자외선 가시 근적외선(UV-VIS-NIR) 분광광도계를 사용하여 밴드갭이 약 1000 - 1200 nm 파장대에 위치하고 있는 실리콘 웨이퍼의 측정을 수행할 경우, 1000 - 1200 nm 영역대에서 검출기의 감도가 줄어들어 노이즈가 쉽게 발생한다. 이 파장 영역대에서 감도를 높이기 위해 적분구에 3 개의 검출기가 장착된 MPC-603 대형 시료 분석 장비가 개발되었다. 이를 사용하면 자외선부터 근적외선 파장까지 전 영역에 걸친 고감도 분석이 가능하다.

이 뉴스레터에서는 "Band Gap Calculation Excel® Macro"¹⁾를 이용하여, 태양전지 등에 일반적으로 이용되는 다결정 실리콘 웨이퍼의 밴드갭 측정 예를 소개한다.

■ 측정과 결과

MPC-603 대형시료 분석장치는 적분구에 Photomultiplier tube, InGaAs 및 PbS 3개의 검출기가 장착되어 있다. 기존의 적분구는 자외선 및 가시광선 영역에서 감도를 보이는 Photomultiplier tube와 근적외선 영역에서 감도를 보이는 PbS 검출기 두 개에 의존하여 모든 영역을 측정하였다. 그러나 이 구성은 두 검출기의 파장이 변환되는 영역에서 감도가 떨어지는 문제가 발생한다. 이를 보완하기 위해 특정 파장 영역에서 감도를 보이는 InGaAs 검출기를 추가로 사용하여 전체 영역에서 고감도의 검출이 가능하게 하였다.

다결정 실리콘 웨이퍼의 총 투과율을 측정하기 위해 UV-3600 plus UV-VIS-NIR spectrophotometer 와 MPC-603 대형시료 분석장치를 사용하였다. UV-3600 plus에 MPC-603 대형 시료 분석 장비가 장착된 시스템은 그림 1과 같다. 비교를 위해 검출기가 2 개인 기존 적분구 구성을 사용하여 같은 방식으로 분석을 수행하였다. 그림 2는 두 시스템을 사용하여 측정된 스펙트럼을 겹쳐 놓은 것이고, 그림 3은 이 스펙트럼의 선택된 영역을 확대한 것이다. 800 nm - 1000 nm 파장 영역에서 MPC-603은 기존 시스템에 비해 노이즈가 거의 발생하지 않는다. 분석조건은 표 1에서 확인할 수 있다.



그림 1. UV-3600 Plus + MPC-603

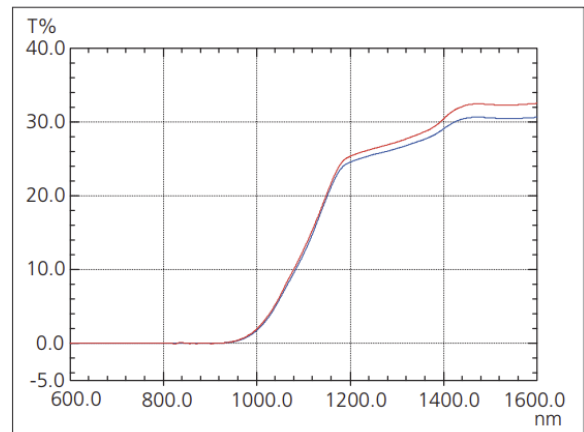


그림 2. MPC-603과 일반적인 적분구 구성으로 분석한 투과 스펙트럼 (파란색: MPC-603, 빨간색: 일반적인 적분구 구성)

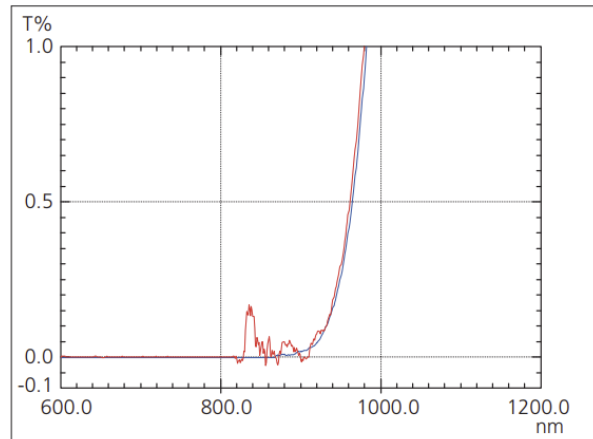


그림 3. 스펙트럼(그림2)의 일부 확대 (파란색: MPC-603, 빨간색: 일반적인 적분구 구성)

표 1. 분석조건

| | |
|-------------------------------|--|
| Instrument | : Shimadzu UV-3600 Plus UV-VIS-NIR spectrophotometer + MPC 603 large sample compartment |
| Measurement Wavelength Range | : 600 nm - 1600 nm |
| Scan Speed | : Medium |
| Sampling Pitch | : 1.0 nm |
| Photometric Value | : Transmittance |
| Slit Width | : (20) nm |
| Detector Switching Wavelength | : 870 nm, 1650 nm |

■ 밴드갭 계산

"Band Gap Calculation Excel® Macro"를 이용하여, 토크플롯 방법으로 밴드갭을 계산하였다. 측정된 스펙트럼은 토크플롯 곡선 형태로 변환되고, 변곡점에서 접선이 그려진다. 접선과 수평축(베이스라인)과의 교차점(eV value)의 x 값이 밴드갭의 값을 나타낸다. 그림 4는 기존의 적분구 방식을 이용하여 측정한 데이터에 그린 접선이고, 그림 5는 MPC-603을 이용하여 측정한 결과로 그린 접선이다. 기존 시스템을 사용하여 분석한 데이터는 과도한 노이즈로 인해 접선을 그리기가 어렵지만, 3 개의 검출기를 가진 MPC-603을 이용하여 분석한 데이터는 매끄러운 접선 작성이 가능하다. 엑셀 매크로 프로그램을 사용하여 MPC-603을 이용하여 분석한 실리콘 웨이퍼의 데이터를 계산한 결과 밴드갭은 1.15 eV로 확인되었다.

토크플롯 방법에 대한 자세한 내용은 어플리케이션 뉴스 A428 "반도체 화합물의 밴드갭 측정"편에서 확인 할 수 있으며, 엑셀 밴드갭 매크로 프로그램에 대한 자세한 내용은 어플리케이션 뉴스 A460 " 티타늄(IV) 옥사이드에 대한 밴드갭 측정 " 에서 확인 가능하다.

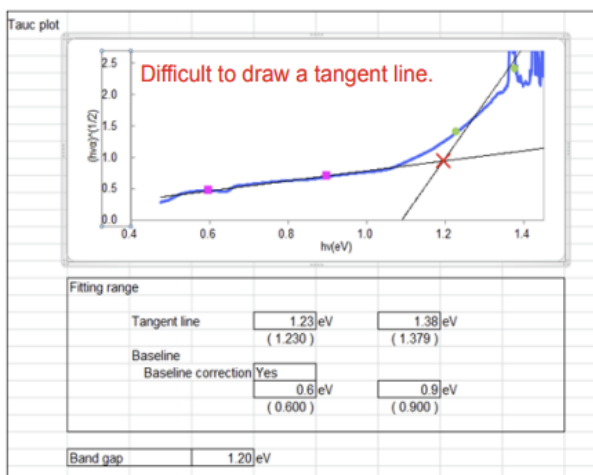


그림 4. 일반적인 적분구 구성 으로 분석한 스펙트럼에 그린 접선

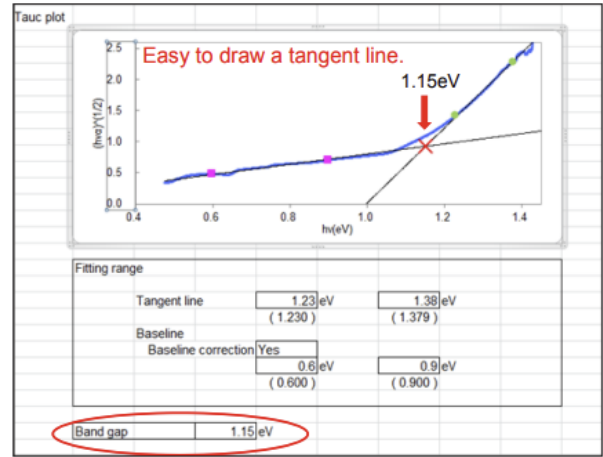


그림 5. MPC-603으로 분석한 스펙트럼에 그린 접선

■ 결론

본 뉴스레터는 적분구내에 3 개의 검출기가 장착된 MPC-603을 이용하여 다결정 실리콘 웨이퍼의 밴드갭을 측정하는 것으로 기존의 검출기가 2 개인 적분구 시스템을 이용하여 측정한 결과와 비교했을 때, MPC-603을 사용하여 분석한 데이터가 더 정확한 것으로 나타났다. 또한, MPC-603이 근적외선 영역에서 고감도 측정에 유용한 것으로 확인되었다.

1) Excel은 Microsoft Excel를 의미하며, Microsoft Corporation의 등록 상표입니다.



Shimadzu Corporation
www.shimadzu.com/an/
Shimadzu Scientific Korea
www.shimadzu.co.kr

For Research Use Only. Not for use in diagnostic procedures. Not available in the USA, Canada, and China. This publication may contain references to products that are not available in your country. Please contact us to check the availability of these products in your country.

The content of this publication shall not be reproduced, altered or sold for any commercial purpose without the written approval of Shimadzu. Company names, products/service names and logos used in this publication are trademarks and trade names of Shimadzu Corporation, its subsidiaries or its affiliates, whether or not they are used with trademark symbol "TM" or "®". Third-party trademarks and trade names may be used in this publication to refer to either the entities or their products/services, whether or not they are used with trademark symbol "TM" or "®". Shimadzu disclaims any proprietary interest in trademarks and trade names other than its own.

The information contained herein is provided to you "as is" without warranty of any kind including without limitation warranties as to its accuracy or completeness. Shimadzu does not assume any responsibility or liability for any damage, whether direct or indirect, relating to the use of this publication. This publication is based upon the information available to Shimadzu on or before the date of publication, and subject to change without notice.

Copyright © 2022 SHIMADZU group. All rights reserved.