

파워 디바이스

파워 측정 시, 프로브 교정의 중요성 : Deskew 편

측정에 사용하는 기자재는 정기적으로 교정을 실시하더라도, 측정 환경에 대한 교정을 소홀히 하면 잘못된 결과를 얻게 됩니다. 본 어플리케이션 노트에서는 파워 측정 시 프로브 교정의 중요성에 대해 설명하겠습니다.

스위칭 손실의 측정

Figure 1 은 SiC MOSFET 를 사용한 스위칭 회로의 일례입니다. 스위칭 손실의 측정은, 각 부분을 전압과 전류 프로브로 측정하여 얻어진 전압과 전류 파형을 각 포인트마다 곱한 값입니다. Figure 2 는 각 부분의 파형과 스위칭 손실을 나타낸 것으로, 사선 부분이 스위칭 손실에 해당됩니다.

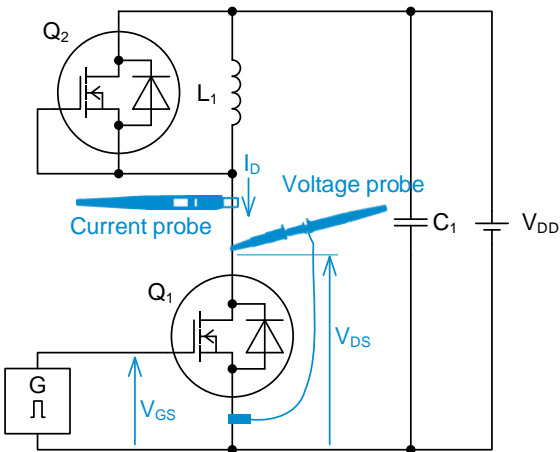


Figure 1. 스위칭 회로의 일례

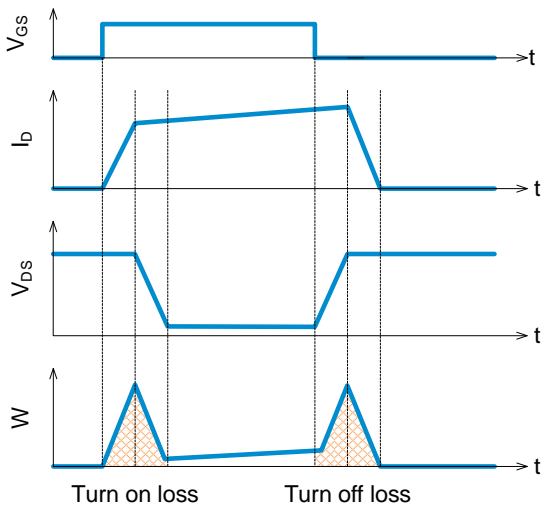


Figure 2. 각 부분의 파형과 스위칭 손실

전달 지연 문제

파형 취득에 사용하는 프로브 및 케이블에는 전달 지연이 있습니다. 이러한 지연 시간은 프로브에 따라 달라집니다. 앞서 기술한 스위칭 손실의 측정 예에서는 전압 프로브와 전류 프로브의 조합으로 측정했지만, 그 이외에도 전압 측정에 차동 액티브 프로브나 광 프로브를 패시브 프로브와 조합하여 사용하는 경우가 있습니다. 이 경우에도 프로브간 전달 지연 오차가 발생합니다.

이러한 지연 시간의 오차는 변화 시간이 긴 파형에서는 문제가 되지 않지만, 스위칭 파형과 같이 수십 nsec 이하로 변화하는 파형에서는 큰 영향을 받게 됩니다.

Figure 3 은 프로브간 전달 지연차가 측정 결과에 미치는 영향을 나타낸 것입니다. 이 예에서는 전류 프로브의 전달 시간이 전압 프로브보다 길다는 사실을 모르는 상태에서 그대로 측정한 것입니다. 정상적인 파형 Figure 2 에 비해 Turn on loss 가 작고, Turn off loss 는 크게 보이는, 잘못된 결과가 나타납니다. 측정 환경에 따라서는 큰 오차가 발생하는 경우가 있으므로 주의해야 합니다.

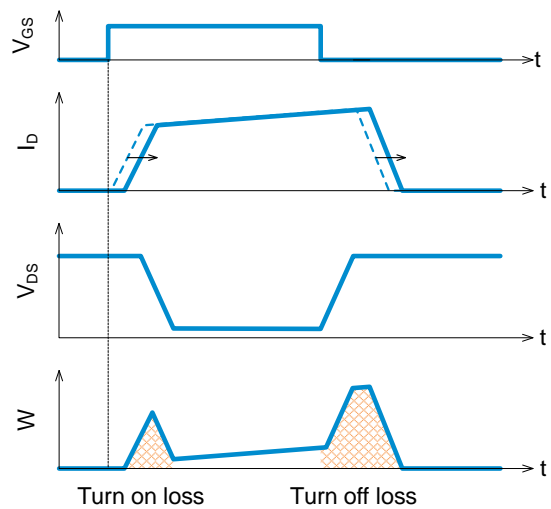


Figure 3. 프로브간의 전달 지연차가 측정 결과에 미치는 영향

### 프로브의 Deskew

정확한 파워 측정을 위해서는 프로브간 전달 지연 시간을 일치시킬 필요가 있으며, 「Deskew」 및 「Skew 보정」이라는 방법을 사용합니다.

Figure 4의 왼쪽은 전압과 전류가 동시에 상승하는 신호를 측정한 것으로, 시간차가 있는 것으로 관측됩니다. 이것을 Skew 오차라고 합니다.

디지털 오실로스코프는 Skew 오차를 Zero에 맞추는 「Deskew」 기능이 탑재되어 있는 제품을 사용합니다. Deskew 기능으로, 각 프로브의 지연 시간을 오실로스코프 내부에서 자동으로 보정합니다. 보정 후에는 Figure 4의 오른쪽과 같이 2개의 파형이 완벽하게 일치합니다. 더 정확한 Deskew를 위해, 계측기 메이커에서는 「Deskew Fixture」를 구비하고 있습니다. Figure 5는 Tektronix사의 제품 사진입니다.

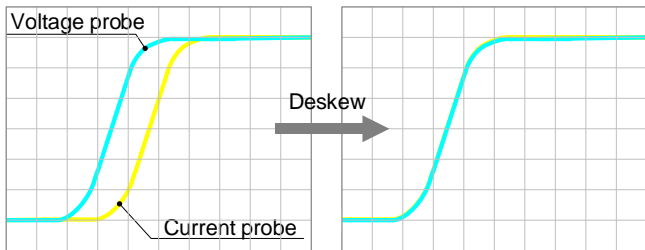


Figure 4. Deskew 전 (왼쪽)과 후 (오른쪽) 파형



Figure 5. Tektronix사의 Deskew Fixture

### 사례

Deskew를 실시하지 않는 경우, 측정 결과에 미치는 영향에 대해 스위칭 파형 측정 예를 통해 설명하겠습니다.

Figure 6은 전압 프로브와 전류 프로브를 사용하여 SiC MOSFET로 구성된 스위칭 회로의 Turn on 시의 파형을 측정한 결과입니다. 위쪽은 전압 파형, 중간은 전류 파형, 아래쪽은 스위칭으로 소비하는 전력량입니다. Deskew 전과 후에 따라, 전류 파형에 24ns의 지연차가 발생합니다. 소비 전력량은 Deskew 전이 794μJ, Deskew 후는 1691μJ이므로 +113%의 오차가 발생했습니다.

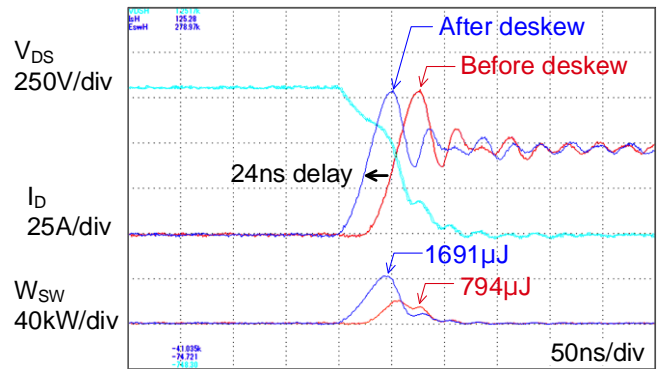


Figure 6. Turn on 파형

Figure 7은 Turn off 시의 파형을 측정한 결과입니다. 소비 전력량은 Deskew 전이 2083μJ, Deskew 후는 1161μJ이므로 -44%의 오차가 발생했습니다. 이 정도의 오차로도, 스위칭 동작 시에는 수십 W 이상의 전력 손실 오차가 발생하므로 방열 설계에 큰 영향을 미치게 됩니다.

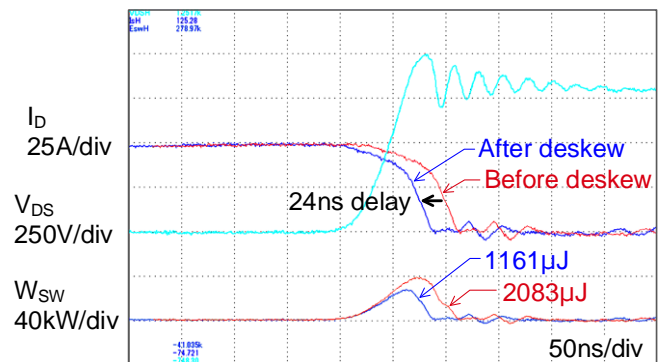


Figure 7. Turn off 파형

총 소비 전력량은 Deskew 전이 2877μJ, Deskew 후는 2852μJ이므로 오차는 -0.9%가 됩니다. 이 측정 예에서는 우연하게도 Turn on과 off 시의 오차가 상쇄되어, 정상적으로 측정된 것처럼 보이므로, 중대한 측정 미스를 파악하지 못하게 될 수도 있습니다.

## 정리

- 프로브에는 측정 포인트에서 오실로스코프의 입력까지의 사이에 전달 지연이 발생한다.
- 전달 지연 시간은 프로브에 따라 달라진다.
- 다른 종류의 프로브를 사용하여, 여러 채널에서 동기 측정을 실시하면, 사실과 다른 파형을 얻게 될 가능성이 있다.
- 다른 종류의 프로브란, 전압 프로브와 전류 프로브, 패시브 프로브와 액티브 차동 프로브, 저전압 프로브와 고전압 프로브, 주파수 대역이 다른 프로브 등 다양한 조합이 있다.
- 전달 지연의 차이를 보완하기 위해 반드시 Deskew 를 실시한다.
- 수 nsec 의 오차가 영향을 미치는 측정일 경우, 동일한 종류의 프로브를 사용하더라도 Deskew 를 실시한다.

## Notes

- 1) The information contained herein is subject to change without notice.
- 2) Before you use our Products, please contact our sales representative and verify the latest specifications :
- 3) Although ROHM is continuously working to improve product reliability and quality, semiconductors can break down and malfunction due to various factors.  
Therefore, in order to prevent personal injury or fire arising from failure, please take safety measures such as complying with the derating characteristics, implementing redundant and fire prevention designs, and utilizing backups and fail-safe procedures. ROHM shall have no responsibility for any damages arising out of the use of our Products beyond the rating specified by ROHM.
- 4) Examples of application circuits, circuit constants and any other information contained herein are provided only to illustrate the standard usage and operations of the Products. The peripheral conditions must be taken into account when designing circuits for mass production.
- 5) The technical information specified herein is intended only to show the typical functions of and examples of application circuits for the Products. ROHM does not grant you, explicitly or implicitly, any license to use or exercise intellectual property or other rights held by ROHM or any other parties. ROHM shall have no responsibility whatsoever for any dispute arising out of the use of such technical information.
- 6) The Products specified in this document are not designed to be radiation tolerant.
- 7) For use of our Products in applications requiring a high degree of reliability (as exemplified below), please contact and consult with a ROHM representative : transportation equipment (i.e. cars, ships, trains), primary communication equipment, traffic lights, fire/crime prevention, safety equipment, medical systems, servers, solar cells, and power transmission systems.
- 8) Do not use our Products in applications requiring extremely high reliability, such as aerospace equipment, nuclear power control systems, and submarine repeaters.
- 9) ROHM shall have no responsibility for any damages or injury arising from non-compliance with the recommended usage conditions and specifications contained herein.
- 10) ROHM has used reasonable care to ensure the accuracy of the information contained in this document. However, ROHM does not warrants that such information is error-free, and ROHM shall have no responsibility for any damages arising from any inaccuracy or misprint of such information.
- 11) Please use the Products in accordance with any applicable environmental laws and regulations, such as the RoHS Directive. For more details, including RoHS compatibility, please contact a ROHM sales office. ROHM shall have no responsibility for any damages or losses resulting non-compliance with any applicable laws or regulations.
- 12) When providing our Products and technologies contained in this document to other countries, you must abide by the procedures and provisions stipulated in all applicable export laws and regulations, including without limitation the US Export Administration Regulations and the Foreign Exchange and Foreign Trade Act.
- 13) This document, in part or in whole, may not be reprinted or reproduced without prior consent of ROHM.



Thank you for your accessing to ROHM product informations.  
More detail product informations and catalogs are available, please contact us.

## ROHM Customer Support System

<https://www.rohm.co.kr/contactus/>