

Untersuchung des Einflusses der Ausgangskapazität auf die Schaltverluste von WBG-Halbleitern und dessen vorteilhafte Ausnutzung

Im Vergleich zu herkömmlichen Silizium-Halbleitern bietet der Einsatz von Bauelementen auf Basis von Wide-Bandgap-(WBG-)Materialien zahlreiche Vorteile. Dazu gehört der Betrieb bei erhöhten Schaltfrequenzen, die es ermöglichen, das Volumen und das Gewicht passiver Komponenten in der Schaltung zu reduzieren. Aufgrund des gleichzeitigen Anstiegs der Schaltverluste ist es von großem Interesse, Arbeitspunkte (AP) und Betriebsweisen zu finden, die die Schaltverluste möglichst geringhalten.

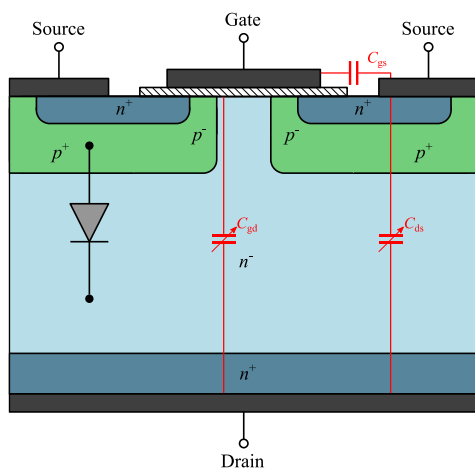


Abb. 1: Physikalischer Aufbau eines MOSFETs

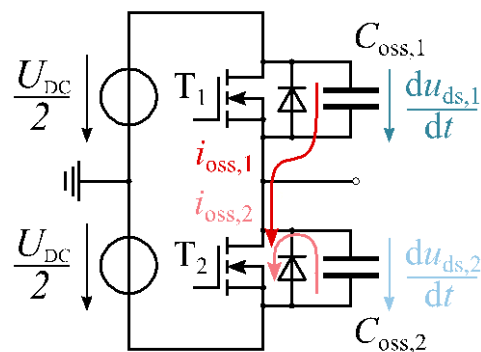


Abb. 2: Schaltvorgang einer Halbbrücke unter Berücksichtigung der kapazitiven Umladeströme

Das Schaltverhalten von MOSFETs wird von seinen parasitären Kapazitäten (siehe Abb. 1 in rot) und insbesondere von der Ausgangskapazität C_{oss} (= Parallelschaltung von C_{gd} und C_{ds}) beeinflusst. Abb. 2 zeigt beispielhaft einen Schaltvorgang und die daran beteiligten kapazitiven Umladeströme.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen das weiche Schalten von WBG-Halbleitern sowie der Einfluss der Ausgangskapazitäten auf den Schaltvorgang untersucht werden. Anschließend erfolgt die Betrachtung von Arbeitspunkten und Applikationen für die optimale Ausnutzung der untersuchten Effekte. Optional werden die Ergebnisse messtechnisch an einer GaN-Halbbrücke verifiziert.

Diese Arbeit beinhaltet:

1. Literaturrecherche Soft Switching, Ausgangskapazität (C_{oss})
2. Literaturrecherche Messverfahren zur Schaltverlustbestimmung insbesondere bei GaN
3. Simulationsgestützte Untersuchung des weichen Schaltens von SiC- und GaN-Halbleitern
4. Untersuchung von AP- und/oder Applikations-Kombinationen für die optimale Ausnutzung
5. Optional: Messtechnische Verifizierung an einer GaN-HB
6. Dokumentation in Form einer schriftlichen Arbeit

Zu empfehlende Vorkenntnisse können beispielsweise aus der Vorlesung „Leistungshalbleiter und Ansteuerung“ gewonnen werden.

Literatur:

- [1] M. Kasper, R. M. Burkart, G. Deboy and J. W. Kolar, "ZVS of Power MOSFETs Revisited," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 31, no. 12, pp. 8063-8067, Dec. 2016, doi: 10.1109/TPEL.2016.2574998.
- [2] D. Christen and J. Biela, "Analytical Switching Loss Modeling Based on Datasheet Parameters for mosfets in a Half-Bridge," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 34, no. 4, pp. 3700-3710, April 2019, doi: 10.1109/TPEL.2018.2851068.
- [3] G. Zulauf, S. Park, W. Liang, K. N. Surakitbovorn, and J. Rivas-Davila, "C OSS Losses in 600 V GaN Power Semiconductors in Soft-Switched, High- and Very-High-Frequency Power Converters," IEEE Trans. Power Electron., vol. 33, no. 12, pp. 10748–10763, 2018, doi: 10.1109/TPEL.2018.2800533.
- [4] M. S. Nikoo, A. Jafari, N. Perera, and E. Matioli, "New Insights on Output Capacitance Losses in Wide-Band-Gap Transistors," IEEE Trans. Power Electron., vol. 35, no. 7, pp. 6663–6667, 2020, doi: 10.1109/TPEL.2019.2958000.