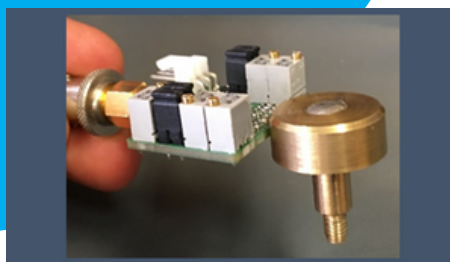


Einrichtung zur Messung von Kommutierungsströmen schnell schaltender Halbleiterbauelemente

Die patentierte Technologie kombiniert tunneltmagnetoresistive Sensoren und eine Rogowski-Spule in einer koaxialen Strommesseinrichtung. Sie ermöglicht die präzise, potentialfreie Messung von Kommutierungsströmen über einen breiten Frequenzbereich (DC bis 50 MHz) bei minimaler Einfügeinduktivität von nur 1 nH und kompakter Bauform.

- Extrem geringe Einfügeinduktivität (ca. 1 nH)
- Hohe Bandbreite von DC bis 50 MHz durch zwei kombinierte Sensorprinzipien
- Potentialfreie Messung
- Kompakte Bauform (ca. 2 cm Durchmesser)



Anwendungsbereiche

Die innovative Strommesseinrichtung findet ihre Anwendung vor allem in der Entwicklung und Charakterisierung moderner Leistungshalbleiter aus SiC, und GaN. Sie ermöglicht die präzise Optimierung hochfrequenter leistungselektronischer Schaltungen und unterstützt die Qualitätssicherung bei der Fertigung von Leistungsmodulen. In der Forschung trägt sie zur Entwicklung neuer Schaltungstopologien bei und erlaubt eine genaue Fehlerdiagnose in Energiewandlungssystemen. Besonders wertvoll ist sie für die Messtechnik in Umrichtern für Elektrofahrzeuge und Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, wo die exakte Erfassung von Kommutierungsströmen für die Effizienzsteigerung entscheidend ist.

Kontakt

Monjur Islam, M.Sc.
Technologie-Lizenz-Büro (TLB)
Ettlinger Straße 25
76137 Karlsruhe
Telefon (49) 0721 / 79004-38
mislam@tlb.de | www.tlb.de

Entwicklungsstand

TRL 4

Patentsituation

DE 102017215722 B4 erteilt

Referenznummer

17/044TLB

Service

Die Technologie-Lizenz-Büro GmbH ist mit der Verwertung der Technologie beauftragt und bietet Unternehmen die Möglichkeit der Lizenznahme.

Hintergrund

Die Entwicklung im Bereich der Leistungselektronik, getrieben durch die Elektromobilität, erneuerbare Energien und Industrie 4.0, stellt neue Anforderungen an die Messtechnik. Modern Halbleitermaterialien wie SiC, und GaN ermöglichen immer schnellere Schaltvorgänge mit Steilheiten im Bereich von wenigen Nanosekunden.

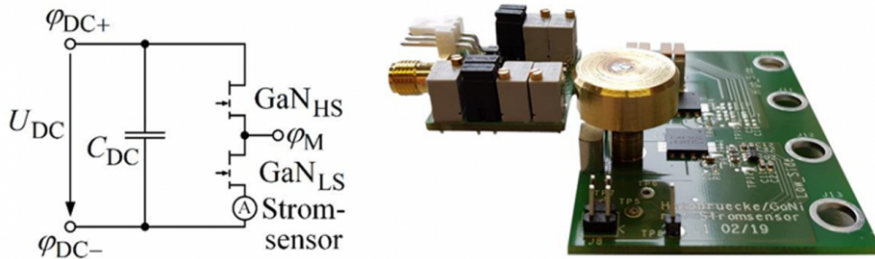
Diese Entwicklung führt zu steigenden Schaltfrequenzen und höheren Wirkungsgraden, erfordert jedoch präzise Messverfahren zur Charakterisierung der Leistungshalbleiter und zur Optimierung der Ansteuerungskonzepte. Die zuverlässige Erfassung der Kommutierungsströme ist dabei ein kritischer Faktor.

Problemstellung

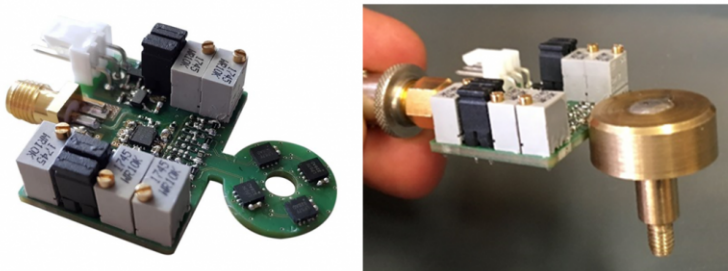
Kommutierungsströme in leistungselektronischen Schaltungen erfordern Sensoren mit Bandbreite von DC bis 50 MHz. Aktuell ist nur der Koaxialshunt verfügbar, der über keine Potenzialtrennung verfügt. Bei dynamischen Potenzialänderungen muss ein zusätzlicher Trennverstärker zum Einsatz kommen, dessen limitierte Bandbreite und dessen parasitäre Kapazitäten bei schnellen Spannungsänderungen die Messung verfälschen – eine erhebliche Einschränkung für die präzise Charakterisierungen moderner Leistungshalbleiterbauelemente.

Lösung

Das Team von Institut für Leistungselektronik und Elektrische Antriebstechnik (ILEA) der Universität Stuttgart hat eine neue Messeinrichtung entwickelt, die die Kommutierungsströme in leistungselektronischen Schaltungen präzise erfasst. Diese Messeinrichtung besteht aus einem Innenleiter und einem Außenleiter in koaxialer Anordnung, wobei der Außenleiter eine Koaxialkammer um den Innenleiter bildet. In dieser Kammer sind zwei unterschiedliche Sensoranordnungen integriert: vier zirkular angeordnete tunnelmagneto-resistive Sensoren (TMR) zur Messung des niederfrequenten Stromanteils und eine toroidförmige Rogowski-Spule zur Erfassung des hochfrequenten Stromanteils. Die Messeinrichtung nutzt explizit das HOKA-Verfahren für die Signalauswertung. Die Messsignale beider Sensorsysteme werden dabei zu einem Signal verknüpft. Diese Konstruktion ermöglicht eine Bandbreite von DC bis 50 MHz bei einer Einfügeinduktivität von nur 1 nH und zeichnet sich durch eine kompakte Bauform von nur 2 cm Durchmesser aus. Diese kompakte Bauform, die große Bandbreite und die hohe Messgenauigkeit machen diese Technologie besonders wertvoll für die Charakterisierung von SiC- und GaN-Leistungshalbleiterbauelementen mit steilen Schaltflanken von bis zu 4 A/ns sowie für die Optimierung moderner Energiewandlungssysteme.



Messeinrichtung, eingefügt in eine Halbbrückenschaltung (J. Roth-Stielow; Institut für Leistungselektronik und Elektrische Antriebe; Universität Stuttgart)



Messeinrichtung ohne und mit Koaxialkammer (J. Roth-Stielow; Institut für Leistungselektronik und Elektrische Antriebe; Universität Stuttgart)

Publikationen und Verweise

N. Tröster, "Erfassung von hochdynamischen Kommutierungsströmen in der Leistungselektronik," Dissertation, Universität Stuttgart, Shaker Verlag, Düren 2023

N. Tröster, D. Beilharz and J. Roth-Stielow, "A novel algorithm for position estimation in coreless current measurement applications," 2016 18th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'16 ECCE Europe),

Karlsruhe, Germany, 2016, pp. 1-9, doi: 10.1109/EPE.2016.7695598

N. Tröster, B. Dominković, J. Wölfle, M. Fischer and J. Roth-Stielow, "Wide bandwidth current probe for power electronics using tunneling magnetoresistance sensors," 2017 IEEE 12th International Conference on Power Electronics and Drive Systems (PEDS), Honolulu, HI, USA, 2017, pp. 35-40, doi: 10.1109/PEDS.2017.8289128

N. Tröster, D. Bura, J. Woelfle, M. Stempfle and J. Roth-Stielow, "Design of a 300 Amps Pulsed Current Source with Slopes up to 27 Amps per Nanosecond for Current Probe Analysis," PCIM Europe 2017; International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intelligent Motion, Renewable Energy and Energy Management, Nuremberg, Germany, 2017, pp. 1-6.

N. Tröster, J. Wölfle, J. Ruthardt and J. Roth-Stielow, "High bandwidth current sensor with a low insertion inductance based on the HOKA principle," 2017 19th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'17 ECCE Europe), Warsaw, Poland, 2017, pp. P.1-P.9, doi: 10.23919/EPE17ECCEurope.2017.8099003

N. Tröster, J. Ruthardt, M. Nitzsche and J. Roth-Stielow, "Wide Bandwidth Current Sensor Combining a Coreless Current Transformer and TMR Sensors," PCIM Europe 2018; International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intelligent Motion, Renewable Energy and Energy Management, Nuremberg, Germany, 2018, pp. 1-7.

N. Tröster, T. Eisenhardt, M. Zehelein, J. Wölfle, J. Ruthardt and J. Roth-Stielow, "Improvements of a Coaxial Current Sensor with a Wide Bandwidth Based on the HOKA Principle," 2018 20th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'18 ECCE Europe), Riga, Latvia, 2018, pp. P.1-P.9.

P. Ziegler, N. Tröster, D. Schmidt, J. Ruthardt, M. Fischer and J. Roth-Stielow, "Wide Bandwidth Current Sensor for Commutation Current Measurement in Fast Switching Power Electronics," 2020 22nd European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'20 ECCE Europe), Lyon, France, 2020, pp. P.1-P.9, doi: 10.23919/EPE20ECCEurope43536.2020.9215686"