

Leistungselektronik der nächsten Generation mit Hochvolt-SiC-Halbleitern für zukünftige Mittelspannungsverteilstnetze

Projektstatus Begonnen

Ein wesentlicher Aspekt zur Stabilität zukünftiger Stromnetze ist die stufenlose Bereitstellung von kapazitiver und induktiver Blindleistung. Dies wird mit leistungselektronischen Wandlern, sogenannten STATCOMs (Static Synchronous Compensator), ermöglicht. Heutzutage werden die STATCOMs in der Mittelspannung über Niederspannungsstromrichter realisiert, die über einen Transformator an das Mittelspannungsnetz gekoppelt werden. Neuartige Hochvolt-Transistoren aus Siliziumkarbid (SiC) werden zukünftig eine direkte Kopplung von Stromrichtern an das Mittelspannungsnetz ermöglichen.

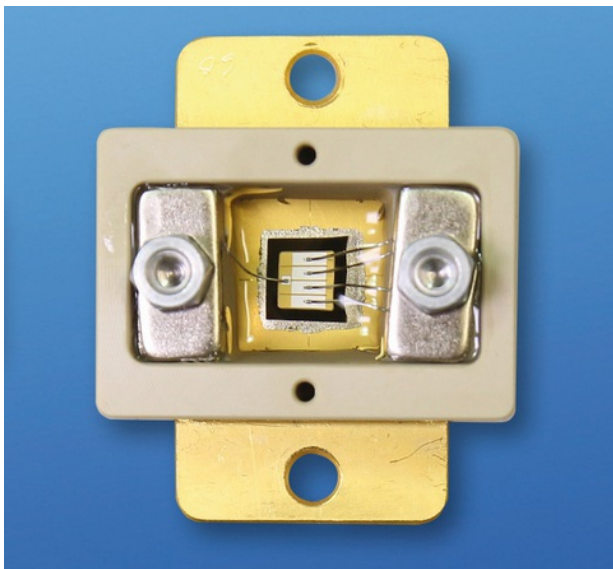


Teststand zur Bestimmung der Schaltenergien von Hochvolt-Transistoren bis 20 kV. Bild: Fraunhofer ISE

Mittelspannungshalbleiterbauelemente aus Silizium sind bis 6,5 kV verfügbar, jedoch ist deren Einsatz in http://forschung-stromnetze.info/projekte/leistungselektronik-der-naechsten-generation-mit-hochvolt-sic-halbleitern-fuer-zukuenftige-mittelspannungsverteilstnetze.pdf?no_cache=1

STATCOMs nur bedingt energetisch effizient. Die Schaltenergien sind sehr hoch und die Schaltfrequenzen können daher nur wenige 100 Hz betragen. Dadurch sind die induktiven Bauelemente sehr großvolumig im Vergleich zu einem Niederspannungsstromrichter, der mit hohem Wirkungsgrad bei mehreren Kilohertz Schaltfrequenz arbeiten kann. Weiterhin müssen komplexe Mehrpunktschaltungen mit sehr hohem Bauteil Aufwand genutzt werden, um in ein 10 kV- oder 20 kV-Mittelspannungsnetz einspeisen zu können.

Aktuell sind Hochvolt-Transistoren aus Siliziumkarbid im Fokus der Forschung und erste Prototypen sind als Muster verfügbar. Diese Hochvolt-SiC-Transistoren haben eine Sperrspannung bis zu 15 kV. Durch die höheren Sperrspannungen von SiC-Halbleitern lässt sich die Anzahl der benötigten Bauelemente in einem Stromrichter reduzieren. Durch die Reduktion der Anzahl der Bauelemente sind geringere Leitverluste und eine deutliche höhere Dynamik in den Schaltmomenten möglich. Trotz voraussichtlich höheren Einzelkosten für SiC-Bauelemente besteht durch die deutliche Systemoptimierung die Chance nicht nur Kosten zu sparen, sondern auch neue Stromrichtertechnologien für zukünftige Kraftwerke und die Energieverteilung zu erschließen, die mit herkömmlichen Si-Bauelementen nicht möglich sind.



Prototyp eines 15 kV Hochvolt-SiC-Transistors. Bild: Fraunhofer ISE

Durch die höhere Dynamik sind auch neue Regelungsansätze bei STATCOMs zur Stabilisierung und Oberwellenfilterung des Mittelspannungsnetzes möglich. Ein weiterer Vorteil liegt in der kompakten Bauweise. Ein kompakter Stromrichter ohne Transformator bietet hierbei innerstädtisch auch die Möglichkeit zur Nachrüstbarkeit in Bestandsanlagen der Mittelspannung.

Die möglichen hohen Schaltfrequenzen der Hochvolt-SiC-Transistoren sind jedoch nur nutzbar, wenn auch die induktiven Bauelemente dafür ausgelegt sind und ihre Isolation den hohen Spannungsteilheiten teilentladungsfrei widerstehen kann. Die Technik für Mittelfrequenzdrosseln in diesem Spannungsbereich ist jedoch hinsichtlich Material und Isolation für die Anforderungen von 6,5 kV Siliziumbauelementen ausgelegt. Ein Übergang zu den neuen Anforderungen kann nicht mit den bestehenden Technologien gelöst werden. Es müssen neue Material- und Konstruktionskonzepte entwickelt werden, um den vielfach höheren Anforderungen gerecht zu werden.

Aufbau eines Demonstrators am Mittelspannungsnetz



Versuchsaufbau des einphasigen Hochspannungs-Stacks. Bild: Fraunhofer ISE

Im Projekt HV-SiC entwickelt das Fraunhofer ISE gemeinsam mit der STS Spezial-Transformatoren-Stockach GmbH & Co. KG einen dreiphasigen Mittelspannungsstromrichter, der sowohl zur Blindleistungsregelung wie auch zur aktiven Filterung der Oberschwingungen im Mittelspannungsnetz eingesetzt werden kann. Der Stromrichter soll ohne Transformator in das Mittelspannungsnetz eingebunden werden. Die Leistung des Demonstrators wird 100 kVA bei einer Schaltfrequenz von 16 kHz betragen. Es wird direkt in das 10 kV-AC-Netz eingespeist.

Das Fraunhofer ISE übernimmt in dem Projekt die Entwicklung der elektronischen Hardwarekomponenten sowie der Regelungstechnik. Der Schwerpunkt der STS liegt in der Auslegung und im Aufbau der induktiven Filterkomponenten zur Anbindung an das Netz. Zum Einsatz kommen SiC-Transistoren mit Sperrspannungen von 15 kV. Zu Beginn des Projektes wurden die elektrischen Eigenschaften dieser Bauelemente am Fraunhofer ISE charakterisiert. Aufbauend auf den Messergebnissen wurden Simulationen durchgeführt und eine passende Topologie ausgewählt. Ferner wurden Strategien für die Regelung des Stromrichters entwickelt. Im Moment findet sich der Hochspannungs-Stack des Stromrichters im Aufbau. Eine erste Version der Filterdrossel wurde bereits entwickelt.

Im Herbst 2016 soll zunächst ein einphasiger Stackaufbau gesteuert an einer Widerstandslast in Betrieb genommen werden. Aufbauend auf den Ergebnissen dieser ersten Inbetriebnahme sollen Optimierungen an Stack und Drossel vorgenommen werden. Ziel des Vorhabens ist der geregelte Betrieb des dreiphasigen Aufbaus am Netz.

Projektlaufzeit

09/2014 – 08/2017

Kontakt (<http://www.ms-leistungselektronik.de>)

Dirk Kranzer

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Heidenhofstraße 2
79110 Freiburg

phone: +49 (0) 761/4588-5546

email: [dirk.kranzer\(at\)ise.fraunhofer.de](mailto:dirk.kranzer(at)ise.fraunhofer.de)

Forschungsförderung

Das Informationssystem EnArgus bietet Angaben zur Forschungsförderung, so auch zu diesem Projekt.