

Auftakt zum Fraunhofer-Förderprojekt PowerCare

Jährlich Megatonnen von Treibhausgasemissionen in Industrie und Mobilität einsparen durch intelligente Leistungselektronik mit neuartigen Galliumnitrid-Halbleitern in Motorsteuerungen

Um eine Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern und den Umstieg auf regenerative Energiequellen umzusetzen, muss eine weitgehende Elektrifizierung von Produktion und Mobilität stattfinden. Damit steigt der Bedarf an kompakter, energieeffizienter und zuverlässiger Leistungselektronik. Im Projekt PowerCare¹ werden neuartige vertikale Galliumnitrid-Leistungshalbleiter sowie echtzeitfähige Ausfallmodelle entwickelt und in einem Motorantrieb eingesetzt. Hierbei verfolgt PowerCare einen neuen Ansatz im Überwachungskonzept durch eine miniaturisierte Motorsteuerung mit integrierter KI-Ausfallvorhersage. Damit legt das Projekt den Grundstein für die nächste Evolutionsstufe intelligenter, nachhaltiger Leistungsmodule.

Das innovative Halbleitermaterial Galliumnitrid (GaN) bietet durch seine höhere Leistungsdichte im Vergleich zu anderen Halbleitermaterialien wie Silizium ein enormes Potential für die Herstellung von kompakteren und effizienteren Power-Modulen. Beim Umwandeln des Stroms von der Steckdose zum Antrieb erzielen GaN-Halbleiter nämlich eine höhere Schaltgeschwindigkeit und somit geringere Leistungsverluste. Bei einem flächendeckenden Einsatz sind gegenüber herkömmlichen Halbleitern sogar Einsparungen von jährlichen Treibhausgasen im Gigatonnen-Bereich möglich, was in etwa Emissionen von 600 Kohlekraftwerken² entspricht. Industriemotoren machen 30 % des weltweiten Stromverbrauchs aus und haben dadurch einen wesentlichen Anteil am Ausstoß der Treibhausgase.³ Durch den Einsatz von vertikalen GaN-Leistungshalbleitern in industriellen Motorsteuerungen könnten im Rahmen von PowerCare Einsparungen von etwa 124 Megatonnen CO₂e pro Jahr erreicht werden.⁴

Die breite Anwendung neuer Leistungselektronik ist jedoch auch mit Risiken hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit verbunden. Insbesondere bei elektrischen Antriebssystemen, von denen im Extremfall Menschenleben abhängig sind, müssen mögliche Ausfälle frühzeitig erkannt werden. Bisher sind dafür notwendige GaN-Leistungsmodule mit integrierter Ausfallvorhersage nicht am Markt verfügbar. PowerCare möchte hierfür eine Lösung bieten und könnte auch für folgende Anwendungsfälle erweitert werden:

- Effiziente und sichere Elektromobilität
- Drohnen und Elektroflugzeuge
- Point-of-Load-Converter für Rechenzentren
- Sichere Cobots und medizinische Roboter
- Effiziente und vorausschauende PV-Inverter

¹ Gefördert im Rahmen der Internen Programme der Fraunhofer-Gesellschaft, Fördernummer PREPARE 40-06175.

² Quelle: Navitas (2022): »Sustainability Report 2021«

³ Quelle: Infineon (2020): »Industrial Drives: Overview and Main Trends«

⁴ Annahme: Wirkungsgradsteigerung von 3 % bei Verwendung von quasi vertikalen GaN MOSFETs statt Si-FETs.

Ein effizientes GaN-Leistungsmodul mit lokaler Datenauswertung, integrierter Zustandsüberwachung und Ausfallvorhersage

Im Projekt wollen die Kooperationspartner KI-gestützte Ausfallvorhersagemodelle entwickeln, die auf einem kompakten Hochleistungs-Microcontroller ausgeführt werden. Der KI-fähige Microcontroller wird mit den hocheffizienten GaN-Halbleitern zu einem Leistungsmodul zusammengesetzt. Durch ein Co-Design von Leistungshalbleitern, Microcontrollern und Vorhersagemodellen soll ein miniaturisiertes und energieeffizientes Modul entstehen, welches direkt in die zu überwachenden Antriebe integriert werden kann. Das Ziel ist, Störungen der Leistungselektronik vorzeitig zu erkennen. Unerwartete Ausfälle dieser Komponenten würden so minimiert werden. Für Industrieanwendungen bietet das die Möglichkeit, die Wartungsplanung effizient und kostenschonend zu gestalten. Im Bereich der Mobilitätsanwendungen und kritischen Systeme kann auf diese Weise ebenfalls eine erhöhte Sicherheit gewährleistet werden.

Anwendungsgerechte Entwicklung innovativer Leistungselektronik mithilfe starker Partner aus Industrie und Forschung

Die Herstellung eines solchen intelligenten Leistungsmoduls soll durch die enge Zusammenarbeit von drei Fraunhofer-Instituten ermöglicht werden. Die Entwicklung der benötigten Komponenten wird auf Basis ihres jeweiligen Expertengebiets aufgeteilt:

- Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB für KI-basierte Zustandsüberwachung von elektrischen Antrieben
- Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT für vertikale GaN-Bauelemente einschließlich ihrer Ausfallmodelle
- Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS für RISC-V-Prozessoren und eingebettete KI (engl. Embedded AI) für Ausfallvorhersagen

Die Zusammenführung der Kompetenzen der Fraunhofer-Institute in PowerCare ermöglicht eine schnelle Umsetzung von qualitativen Demonstratoren. Für eine marktgerechte Entwicklung der kognitiven Leistungselektronik stehen außerdem die Projektpartner Siemens AG, die X-FAB Dresden GmbH & Co. KG, die NXP® Semiconductors Germany GmbH und die TU Dortmund unterstützend und mit wertvollem Praxis-Feedback zur Seite. Falls sich auch Ihr Unternehmen für den Entwicklungsstand, die Nutzung der Ergebnisse oder eine Anwendungsstudie interessiert, können Sie das Projektteam gerne [auf dieser Seite über die Kontaktbox](#) ansprechen.