idw - Informationsdienst Wissenschaft
Nachrichten, Termine, Experten

Pressemitteilung

Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF
Lukas Kübler

06.07.2020
http://idw-online.de/de/news750644

Forschungs- / Wissenstransfer
Elektrotechnik, Energie, Physik / Astronomie
überregional

Leiterplattenintegrierte GaN-auf-Si-Halbbrückenschaltungen für modularen Einsatz

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Festkörperphysik IAF haben ihre monolithisch integrierten GaN Power ICs mittels Leiterplatten-Embedding-Technologie als Halbbrückenschaltung inklusive Gate- und Zwischenkreiskondensatoren integriert. Das Ergebnis ist ein hochkompakter, effizienter und hochintegrierter Spannungswandler der 600-Volt-Klasse in einem anwendungsfreundlichen Gehäuse. Durch die integrierte Funktionsfähigkeit im Chip und allen kritischen passiven Komponenten auf dem Gehäuse kann er modular eingesetzt werden und reduziert so den Aufwand für die Entwicklung von leistungselektronischen Systemen der Zukunft.

Energieeffiziente Leistungselektronik zur Energiewandlung und -übertragung wird immer wichtiger, da zukunftsweisende und nachhaltige Energiekonzepte, wie die Elektromobilität oder die Stromversorgung durch erneuerbare Energien, auf sie angewiesen sind. Zu diesem Zweck hat das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF einen anwenderfreundlichen hochintegrierten GaN-Spannungswandler in einem kompakten Gehäuse entwickelt, der extrem ressourcenschonend arbeitet und modular eingesetzt werden kann.

Schon seit Jahren kommen Leistungshalbleiter in Spannungswandlern zum Einsatz, um den steigenden Anforderungen an die Energieversorgung und -nutzung gerecht zu werden und die dafür notwendigen Systemkomponenten zu entwickeln. Es sind aber nicht nur die Halbleitermaterialien selbst entscheidend, sondern auch der Aufbau und das Design der Bauteile; denn je kompakter und effizienter der Aufbau ist, desto ressourcenschonender arbeiten sie. Mit den diskreten Standardkomponenten, die den Markt der GaN-Leistungselektronik dominieren, ist ein kompakter Systemaufbau aber oft schwierig. Die kritischen Leiterschleifen zwischen Transistoren und der Spannungsversorgung müssen bisher aus diskreten Komponenten individuell als Schaltungen aufgebaut und verdrahtet werden.

Als anwenderfreundliche Alternative haben die Forscher des Fraunhofer IAF ihre innovativen Galliumnitrid-basierten integrierten Leistungsschaltungen (GaN Power ICs) als Halbbrücke in einer Leiterplatte eingebettet, die gleichzeitig als Gehäuse bereits die kritischen Verdrahtungen samt Gate- und Zwischenkreiskondensator bereitstellt. Das Resultat ist ein hochkompakter und effizienter Spannungswandler, der sich für alle 600-Volt Anwendungen eignet und einen zuverlässigen modularen Systemaufbau ermöglicht, der Design- und Produktionsprozesse deutlich erleichtert.

Monolithische integrierte GaN Power ICs

Das Fraunhofer IAF hat langjährige Erfahrung in der monolithischen Integration leistungselektronischer GaN-Chiptechnologien. Im Rahmen des Forschungsprojekts GaNIAL ist es den Freiburger Forschern im letzten Jahr bereits gelungen, Strom- und Temperatursensorik, Leistungstransistoren der 600 V-Klasse, intrinsische Freilaufdioden und Gate-Treiber in einem einzigen GaN Power IC monolithisch zu integrieren. Das Halbleitermaterial Galliumnitrid wurde dabei auf preiswertes Siliziumsubstrat abgeschieden (GaN-auf-Si), wodurch sich die Chiptechnologie auch für

einen kostengünstigen Einsatz in Massenanwendungen und in der Industrie eignet.

Durch die hohe Integrationsdichte ermöglicht der GaN Power IC des Fraunhofer IAF nicht nur eine höhere Schaltfrequenz und damit eine höhere Leistungsdichte als vergleichbare Schaltungen, sondern auch eine erhöhte Zuverlässigkeit und Kompaktheit durch die integrierte Sensorik. Mit den GaN Power ICs in einer Halbbrückenschaltung haben die Forscher bereits DC-DC Wirkungsgrade über 98,8% bei 350 V erreicht, sowie eine hohe Schaltfrequenz von 40 MHz im Dauerbetrieb bei 250 V und resonantem Betrieb nachgewiesen.

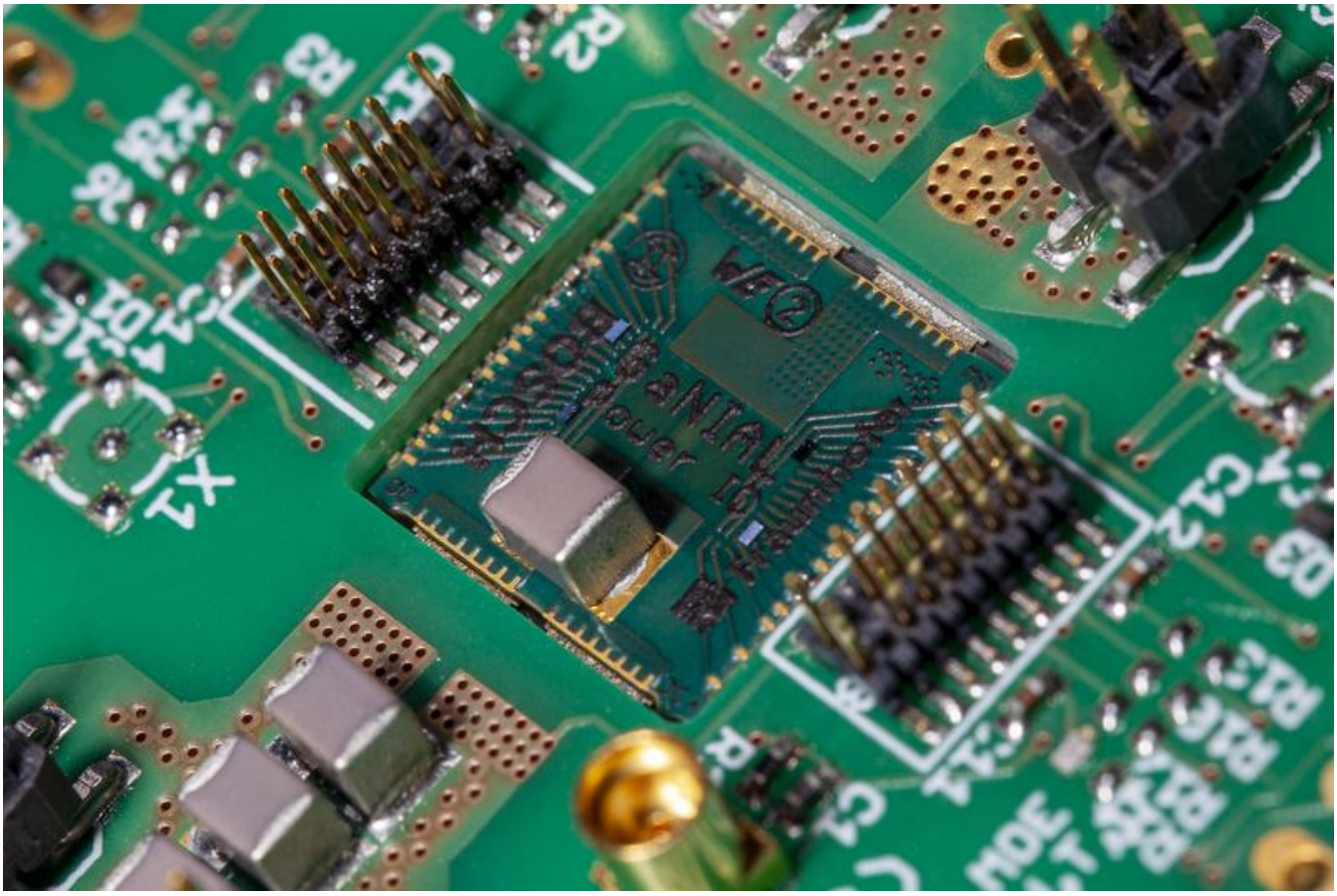
Hochintegrierte Halbbrückenschaltung durch PCB-Embedding

»Die GaN-auf-Si-Technologie ermöglicht zwar monolithisch integrierte Schaltungen für Halbbrückenwandler, löst aber nicht das Verdrahtungsproblem zu externen Kondensatoren. Diese kritischen Verbindungen zur Gatetreiber- und Zwischenkreisspannung sind aber essentiell für sauberes und effizientes Schaltverhalten. Um unserem Ziel eines optimalen Spannungswandlers näher zu kommen, mussten wir im nächsten Schritt die perfekte hochintegrierte Aufbautechnik für unsere GaN Power ICs finden«, erläutert Stefan Mönch, Wissenschaftler am Fraunhofer IAF. Zu diesem Zweck haben sie ihre ICs mit einer dicken Kupfergalvanik auf beiden Seiten prozessiert, wodurch sie sich für die Einbettung in eine Leiterplatte (printed circuit board: PCB) eignen.

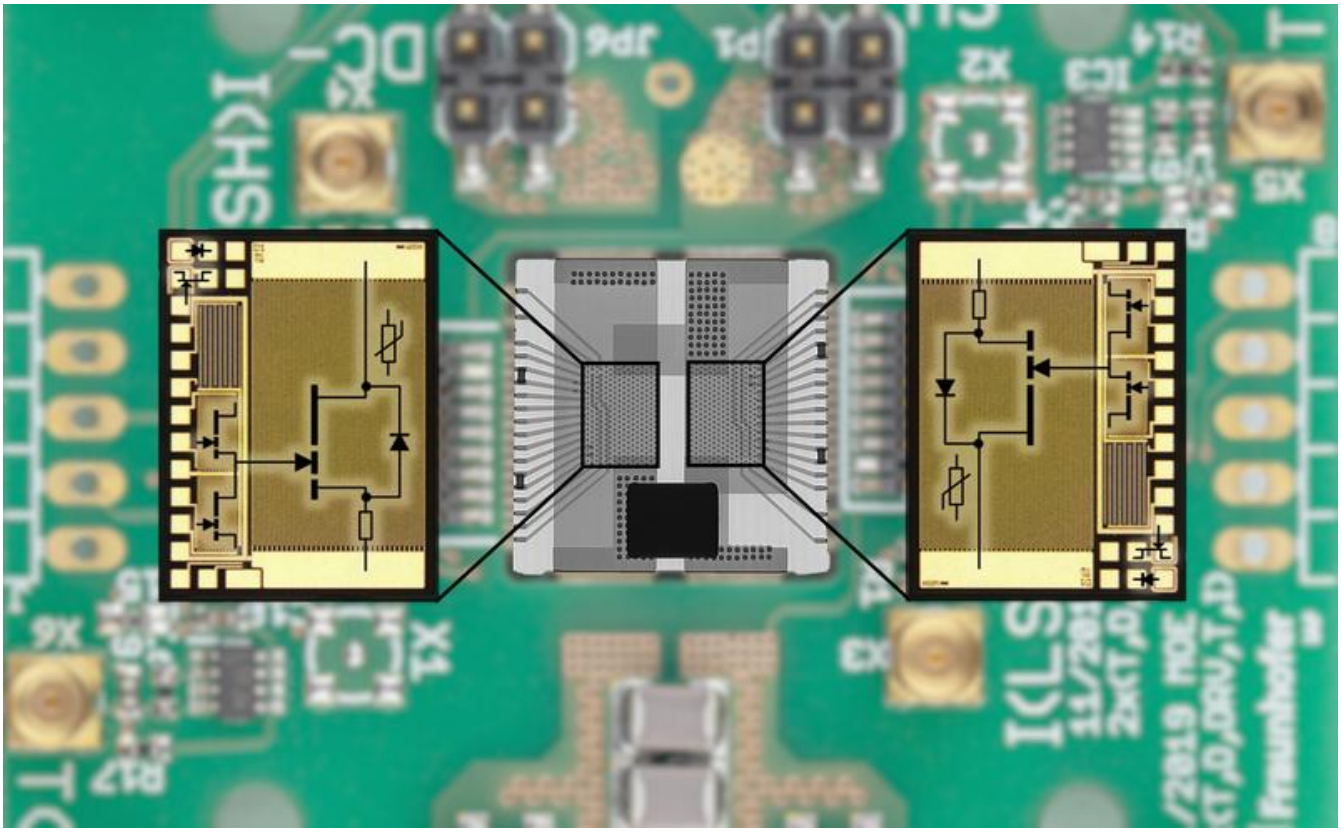
Diese Anpassung der Metallisierung ermöglichte es, die Chips in der serientauglichen und zuverlässigen ET Microvia Embedding Technologie durch Würth Elektronik CBT aufzubauen. So konnten die Forscher zusammen mit den Projektpartnern Bosch und der Universität Stuttgart ein nur 12 mm breites und 0,4 mm flaches Leiterplattengehäuse entwerfen, das zwei monolithische GaN Power ICs als Halbbrücke integriert, und die kritischen Entkopplungskapazitäten für die Gatetreiber- und Zwischenkreisspannung bereits auf dem Gehäuse bereitstellt. Durch die Embedding-Technologie kann auf Bonddrähte verzichtet werden, was gleichzeitig die parasitären Induktivitäten minimiert. Die kritischen Verbindungen zwischen GaN IC und den Kapazitäten sind damit bereits optimiert, und müssen nicht mehr aufwändig auf Anwenderseite entworfen werden. Das Ergebnis ist eine anwenderfreundliche Lösung, die alle kritischen Komponenten eines Schaltwandlers bereits optimiert in einem Gehäuse bereitstellt.

Das Fraunhofer IAF stellt seine neuste GaN-Leistungselektronik auf der PCIM, der führenden internationalen Messe für Leistungselektronik, intelligente Antriebstechnik, erneuerbare Energien und Energiemanagement vor. Diese findet in diesem Jahr in digitaler Form als »PCIM Europe digital days« vom 07. bis 08. Juli 2020 statt. Der GaN Power IC des Fraunhofer IAF ist auch Teil eines Vortrags von Dominik Koch (Universität Stuttgart) auf der begleitenden PCIM Europe Konferenz.

URL zur Pressemitteilung: https://www.iaf.fraunhofer.de/de/medien/pressemitteilungen/PCIM.html



Leiterplattenintegrierte GaN-auf-Si-Halbbrückenschaltung inklusive Gate- und Zwischenkreiskondensatoren
Fraunhofer IAF



Röntgenaufnahme der Halbbrückenschaltung und Schaltplan der integrierten GaN Power ICs
Fraunhofer IAF