

## Masterarbeit Michael Basler

Studiengang: Leistungs- und Mikroelektronik (M.Sc.)  
Robert Bosch Zentrum für Leistungselektronik  
Fakultät Technik  
Hochschule Reutlingen

Durchführung: Abteilung Mikroelektronik  
Gruppe Bauelemente  
Fraunhofer Institut für Angewandte Festkörperphysik (IAF)

Titel: Entwurf und Charakterisierung monolithisch integrierter  
Logikschaltungen basierend auf einer lateralen 600 V GaN-on-Si  
Technologie

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Ingmar Kallfass  
PD. Dr. Rüdiger Quay

M. Sc. Stefan Mönch  
Dr.-Ing. Richard Reiner

Zwischenvortrag: 11.04.18 10:00 Uhr Fraunhofer IAF

Abschlussvortrag: 14.09.18 12:45 Uhr Universität Stuttgart ILH

## Abstract

The quest for more compact power electronic applications maintains the pressure for innovations towards higher integration. A path to ever more compact devices is the integration of control circuits into the power module and leads to the so-called "intelligent" power module (IPM). An IPM in the semiconductor material GaN is easy to realize due to the lateral structure.

Within the scope of the work an IPM in GaN will be established based on the Fraunhofer IAF GaN-on-Si power transistor technology. This technology currently includes only self-conducting n-channel transistors. The IPM consists of the power transistor with integrated gate driver and a control or logic circuit, which can be used for an analog control loop. The control functions according the principle of peak-current mode control. For the realisation of the logic in the GaN-on-Si technology, a modular system with different basic circuits and combined circuit groups was developed. With the help of this kit, a boost converter, optionally also a floating buck converter, with a analog control loop built in this technology. The demonstrator can convert voltages up to 200 V at switching frequencies up to 10 MHz. In continuous operation, the converter has been tested for output power up to 100 W at efficiencies of up to 97%.

It is thus the first non-insulating voltage converter in GaN, that is equally controlled by a closed control loop in GaN.

## Kurzfassung

Das Streben nach kompakteren leistungselektronischen Anwendungen erhält den Innovationsdruck in Richtung höherer Integration aufrecht. Ein Weg zu immer kompakteren Bauformen ist die Integration von Ansteuerschaltungen in das Leistungsmodul und führt zu dem so genannten „intelligenten“ Leistungsmodul (Intelligent Power Module, IPM). Ein IPM in dem Halbleitermaterial GaN ist aufgrund des lateralen Aufbaus einfach zu realisieren.

In Rahmen dieser Arbeit wird ein IPM in GaN aufgebaut basierend auf der Fraunhofer IAF GaN-on-Si Leistungstransistor-Technologie. Diese Technologie beinhaltet derzeit nur selbstleitende n-Kanal Transistoren. Das IPM besteht hierbei aus dem Leistungstransistor mit integriertem Gate-Treiber und einer Ansteuerung bzw. Logik, die für eine analoge Regelschleife genutzt werden kann. Die Regelung funktioniert nach dem Prinzip der Strom-Spitzenwert-Regelung. Für die Realisierung der Logik in der GaN-on-Si Technologie wurde ein Baukasten mit verschiedenen Grundschaltungen und zusammengesetzten Schaltgruppen entwickelt. Mit Hilfe dieses Baukastens wurde ein Boost-Converter, wahlweise auch ein Floating Buck-Converter, mit analoger Regelschleife in dieser Technologie aufgebaut. Der Demonstrator kann Spannungen bis über 200 V bei Schaltfrequenzen bis 10 MHz umwandeln. Im Dauerbetrieb wurde der Wandler bis Leistungen von 100 W bei Wirkungsgraden von bis zu 97% getestet.

Es ist somit der erste nicht-isolierende Spannungswandler in GaN, der gleich Wegs durch eine geschlossene Regelschleife in GaN geregelt wird.