

**Resonanz-Tunnelioden und
Heterobipolartransistoren in dynamischen
Digitalschaltungen hoher Funktionsdichte**

von der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

der

Universität Dortmund

genehmigte

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Ingenieurwissenschaften

von

Dipl.-Ing. Peter Glösekötter

Dortmund, Juli 2002

Kurz-Zusammenfassung:

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden auf Grundlage des Resonanz-Tunnel-Heterostruktur-Bipolar-Transistors (RTBT) dynamische Digitalschaltungen und Architekturen vorgestellt, die sich durch eine hohe Funktionsdichte auszeichnen. Ausgehend von einer Analyse der elektrischen Eigenschaften der stromgesteuerten Bauelemente (HBT, RTD) wurde deren monolithische Verschmelzung zum dreipoligen RTBT untersucht. Durch die Erweiterung des Monostabil-Bistabilen-Logikelement (MOBILE) Konzepts durch den RTBT wurde erstmalig ein dynamisches, stromgesteuertes Schaltungskonzept für Quantenbauelemente demonstriert, das die wesentlichen Anforderungen an eine robuste Logikfamilie erfüllt. Der zur Regeneration der Logikpegel und zur Invertierung der logischen Funktion notwendige Ausgangsbuffer wurde sowohl auf Grundlage theoretischer Überlegungen, als auch durch Messungen an verschiedenen Testschaltungen detailliert diskutiert. Die Arbeit zeigt, dass das RTBT-MOBILE bereits die nötige schaltungstechnische Reife für den Einsatz in digitalen Schaltungen wie z.B. linearen Schwellwertgattern, die eine deutliche Reduzierung der logischen Tiefe und der Schaltungskomplexität ermöglichen, besitzt. Im Vergleich zu anderen III-V-Logikfamilien weist die RTBT-MOBILE Logik vergleichbare Schaltzeiten bei geringerer Bauelementanzahl und Verlustleistung auf. Die jüngsten, auf Siliziumhalbleitermaterial basierenden Erfolge von Interband- und Resonanz-Tunnelbauelementen zeigen ein vorhandenes Potential zur Schaltungsfertigung. Damit können die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellten Schaltungskonzepte und Designstrategien in die Siliziumtechnologie überführt werden.

Abstract:

This work deals with the design of digital circuits and architectures that bases on the resonant-tunneling-heterostructure-bipolar-transistor (RTBT). Starting from an analysis of the electronic properties of the current driven devices (HBT, RTD), the monolithic integration of the three terminal RTBT is discussed. Due to the combination of the monostable-bistable-transition-logic-element (MOBILE) with the RTBT, it has been the first time to demonstrate a dynamic, current driven circuit concept for quantum effect devices that fulfills all basic needs of a robust logic family. The output buffer that is necessary to invert and to regenerate the output signal has been discussed both on the background of theory and on the background of measurement results of different samples. This study demonstrates that the RTBT-MOBILE is ready for use in digital circuitry such as linear threshold gates which offer a highly reduced logic depth and circuit complexity. The gate delay of the RTBT-MOBILE is competitive to other III-V logic families while using less devices and offering a lower power consumption per logic function. Recent results of silicon based interband-tunneling devices and resonant-tunneling devices show that the results of this work can be transferred to the silicon.

Keywords / Schlagworte:

RTBT, RTD, HBT, MOBILE, tunneling, digital circuit design, asynchronous