



Teil 1

Radar für modernste Fahrerassistenzsysteme



Dieser Artikel beschreibt die neuesten Entwicklungen in der 77-GHz-Radartechnologie. Des Weiteren werden neue Lösungen für Funktionale Sicherheit, MCUs und Analogfunktionen vorgestellt. Die Kombination dieser beiden Technologien ergibt eine umfassende, sichere Lösung für intelligente Fahrerassistenzsysteme und autonomes Fahren.

Durch die Kombination aus Radar und Bilderkennung lassen sich besonders leistungsfähige Lösungen entwickeln, in denen sich die beiden Technologien wechselseitig ergänzen und mit intelligenten Algorithmen für die Sensorfusion so noch genauere und zuverlässigere Systeme ermöglichen.

Radartechnologie in der Mittelklasse

Radarsysteme sind nichts Neues. Das Neue besteht darin, dass Autohersteller sie schon in wenigen Jahren in ihre Mittelklassemodelle verbauen möchten, und das heißt, dass das System bei hoher Qualität äußerst preiswert sein muss. Es ist ein großer Schritt von speziellen und teuren Radarsystemen hin zu Geräten für Mittelklasseautos. Die Herausforderung besteht darin, die Kosten zu senken, gleichzeitig aber die Qualität und die Ausfallraten zu verbessern. Der Umbruch wird durch das Wertschöpfungsdiagramm verdeutlicht, das Qualität und Kosten in Relation setzt (Bild 1).

Kosten- und Qualitätsprobleme

Das Wertschöpfungsdiagramm verdeutlicht den Übergang von einem teuren System mit guter Qualität hin zu preiswerten Systemen mit noch höherer Qualität. Um dies zu erreichen, müssen viele Probleme gelöst werden.

Herkömmliche Radarsysteme arbeiten mit einer rotierenden Antenne. Auf diese Weise wird die räumliche Lage eines Objekts bestimmt. Das mag für große Systeme mit teurem Kontrollsystem in Ordnung sein, aber sicher nicht für die Stückzahlenproduktion eines Autos. Eine Lösung, die rotierende Antenne zu ersetzen, besteht darin, phasengesteuerte Antennenarrays oder Patchantennen mit mehreren Send- und Empfangskanälen einzusetzen. Räumlich getrennte Antennen empfangen Signale mit einer kleinen Zeitdifferenz. Diese Differenz wird dann dazu genutzt, die Position eines Objekts auch ohne bewegliche Antenne zu rekonstruieren. Der Nachteil einer Patchantenne liegt darin, dass man mehrere Send- und Empfangskanäle benötigt, die mit den Anten-

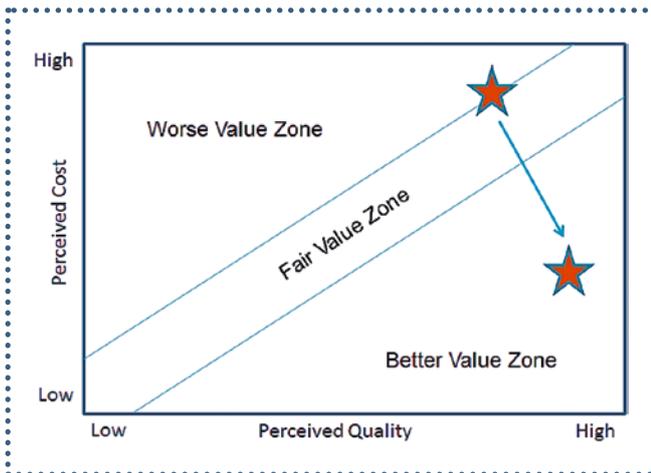


Bild 1: Wertschöpfung für den Markt.

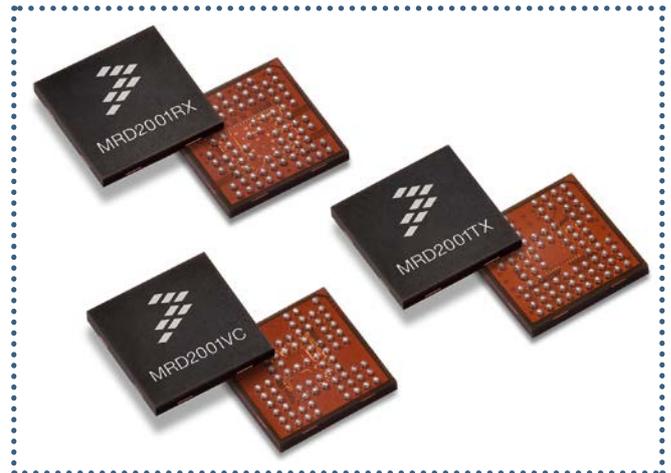


Bild 3: 77-GHz-Senderchip von Freescale.

nen verbunden werden. Ein typisches System wird in etwa aus 4 Tx- und 16 Rx-Antennen bestehen. Sende- und Empfangselektronik 4- bzw. 16-mal zu duplizieren, ist wirtschaftlich nicht vertretbar.

Hier kommt deshalb eine weitere Innovation ins Spiel. Anstatt diskrete HF-Schaltungen einzusetzen, hat Freescale einen speziellen HF-BiCMOS-Prozess entwickelt, mit dem sich 77-GHz-Schaltungen auf einem einzigen Chip integrieren lassen. Mit einem High-Performance-Silizium-Germanium Carbid (SiGe:C)-180-nm-Prozess hat Freescale einen speziellen 300-GHz-Transistor entwickelt, der die 77-GHz-Radarsignale auf einem Chip verarbeiten kann. Zusammen mit analogen und digitalen CMOS-Schaltungen ermöglicht dieser Prozess eine umfassende Integration eines 77-GHz-Multikanalsystems auf einem Chip. Der Mehraufwand für die vielen Kanäle wird auf diese Weise durch die Chipintegration wieder wettgemacht.

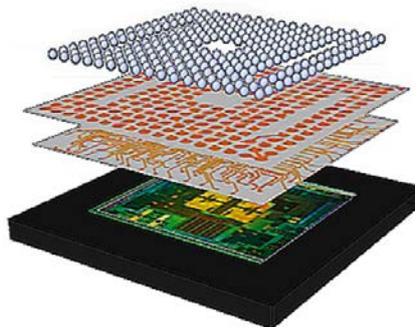


Bild 2: Schichtaufbau eines RCP-Gehäuses.

Modernste Gehäusetechnologien

Über einen 77-GHz-Silizium-Halbleiterprozess zu verfügen, ist eine Sache, aber damit umzugehen und eine funktionierende Platine zu realisieren, ist eine andere Herausforderung. Bei diesen hohen Frequenzen können parasitäre Impedanzen herkömmlicher Gehäuse die Nutzanteile des Signals zunichtemachen. Eine Möglichkeit, diesem Problem zu begegnen, besteht darin, das „nackte“ Chip mit Wire-Bond-Verfahren auf eine spezielle Platine aufzubringen. Ungewöhnliche Gehäuseformen und Wellenlötverfahren schlagen sich dann aber in höheren Kosten nieder. Deshalb kommt hier eine neuartige Gehäusetechnologie zur Anwendung, die sich Redistributed Chip Package (RCP) nennt.

Redistributed Chip Package

RCP (Bild 2) basiert auf einem relativ groben Lithografieverfahren, um Verdrahtungslagen aus Kupfer oben auf einem

Chip oder einem aus mehreren Chips bestehenden System aufzubauen, anstatt herkömmliches Platinenmaterial zu verwenden. Diese substratlose Gehäusetechnologie bringt deutlich weniger kapazitive und induktive Elemente mit sich. Damit wird es möglich, hochfrequente Signale bei 77 GHz auf einem solchen Gehäuse zu verdrahten, ohne dass das Verhalten im Vergleich mit dem Aufbringen eines nackten Chips sehr leidet. Der Vorteil liegt darin, dass für das Lötens solcher Bauteile Standardverfahren herangezogen werden können, was sich in geringen Verarbeitungskosten bemerkbar macht.

Mit diesen Prozess- und Gehäusetechnologien realisiert Freescale integrierte Radarsender- und -empfängerschaltungen. Auf dem Senderchip finden sich ein 77-GHz-Frequenzsynthesizer, ein bei der halben Frequenz arbeitender VCO, eine 10-GHz Fraktal-N-PLL sowie ein Leistungsverstärker mit 28-bit-Sigma-Delta-Modulator. Das Ganze kommt mit einem speziellen ESD-Schutz (HF und DC) und wird digital über eine SPI-

Schnittstelle angesteuert.

Empfängerseitig werden typischerweise 4 Empfangskanäle mit einem bei 38 GHz arbeitenden lokalen Oszillator und einem differentiellen ZF-Ausgang integriert. Die typische Rauschzahl von 13 dB wird ohne rauscharmen Verstärker erreicht. Auf diese Weise bleibt der Stromverbrauch trotz hoher Linearität gering. ■ (oe)

» www.freescale.com/support

Im zweiten Teil dieses Beitrags geht der Autor eingehend auf die Funktionale Sicherheit der MCU ein, die für die Steuerung des HF-Radarsenders und die Verarbeitung der Daten zum Einsatz kommt.



Yves Legrand ist Global Industrial Marketing Manager der Analog und Sensor Gruppe bei Freescale Semiconductor.