

Press release

Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF

Jennifer Funk

03/16/2020

<http://idw-online.de/en/news743268>

Research projects, Research results
Electrical engineering, Physics / astronomy
transregional, national



AlScN – Alternatives Material für effizientere Smartphone-Hardware

Um den stetig wachsenden mobilen Datenverkehr zu bewältigen, werden neue Mobilfunkstandards wie zum Beispiel 5G umgesetzt. Diese belegen mehr und höhere Frequenzbereiche. Damit Geräte auch in Zukunft alle diese Frequenzen erreichen können, steigen die Anforderungen an Radiofrequenz (RF)-Bauelemente konstant an. Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF hat für diesen Zweck kompaktere und energieeffizientere RF-Filter mit hohen Bandbreiten entwickelt. Im Zuge des Projekts »PiTrans« ist es dem Forschungsteam gelungen, Aluminiumscandiumnitrid (AlScN) mit den nötigen spezifischen Anforderungen zu wachsen und elektroakustische Bauteile für Smartphones zu realisieren.

Die Zahl der RF-Komponenten, die in einem einzelnen Smartphone verbaut sind, ist in den letzten Jahren stark gestiegen. Das Fraunhofer IAF hat diesen Trend bereits 2015 erkannt und das Projekt »PiTrans – Entwicklung von AlScN-Schichten für die nächste Generation von piezoelektrischen RF-Filtern« gestartet. Während des fünfjährigen Projekts ist es den Forschern gelungen hochkristalline AlScN-Schichten zu wachsen und akustischen Oberflächenwellen (SAW)-Resonatoren zu realisieren, die den steigenden Anforderungen der Industrie gerecht werden. Für das Wachstum des Materials, welches auch für andere leistungselektronische Anwendungen vielversprechend ist, wurde eine moderne Magnetron-Sputter-Infrastruktur am Fraunhofer IAF etabliert. Das Projekt wurde von einem »Fraunhofer Attract« Exzellenzstipendium finanziert und unter der Leitung von Dr. Agnė Žukauskaitė im Januar 2020 erfolgreich abgeschlossen.

Potenzial und Herausforderung von AlScN

AlScN ist und bleibt eines der vielversprechendsten Materialien, um das in RF-Filtern von Mobilfunkgeräten herkömmlicherweise genutzte Aluminiumnitrid (AlN) abzulösen. Durch das Beifügen von Scandium (Sc) zu AlN wird die elektromechanische Kopplung und der piezoelektrische Koeffizient des Materials erhöht und so eine effizientere Umwandlung von mechanischer zu elektrischer Energie ermöglicht. Das wiederum erlaubt die Entwicklung von deutlich effizienteren RF-Bauelementen. Einem industriellen Einsatz des Materials stand bislang jedoch die Instabilität der piezoelektrischen AlScN-Kristallphase im Weg, da es üblicherweise während des Wachstums zu einer Entmischung von Wurtzit-Typ AlN und kubischem ScN kommt. »Als das Projekt 2015 startete, kannten wir das Potenzial von AlScN, aber wir standen vor der Aufgabe, einen Weg zu finden, um das Material in einem stabilen und skalierbaren Prozess zu wachsen«, erinnert sich Dr. Žukauskaitė, die ihr Team zum Erfolg führte.

Erfolgreiches Wachstum und Bauteilentwicklung

Im Zuge des Projekts ist es den Forschenden des Fraunhofer IAF gelungen, hochkristalline AlScN-Schichten mit unterschiedlichen Sc-Anteilen von bis zu 41 Prozent zu wachsen. Dabei wurde eine gute Homogenität der Schichten über den gesamten Siliziumwafer (Si) mit einem Durchmesser von bis zu 200 mm erreicht, womit es auch die Anforderungen einer industriellen Produktion erfüllt. Neben diesen industrierelevanten Ergebnissen gelang es dem Projektteam auch, ein in allen Raumrichtungen definiertes Wachstum von AlScN auf Saphir (Al₂O₃)-Substraten mittels

Magnetron-Sputter-Epitaxie (MSE) zu realisieren, was für zukünftige Materialforschung wichtig ist. Zusätzlich zu der erfolgreichen Materialentwicklung stellten die Forschenden drei Generationen von Teststrukturen her, um die Leistung der entwickelten AlScN-Dünnschichten zu demonstrieren. Die Implementierung der MSE zur Herstellung von AlScN/Al₂O₃-basierten Resonatoren führte zu einer Verbesserung der elektromechanischen Kopplung von bis zu 10 Prozent bei einer Frequenz von 2 GHz. In Zusammenarbeit mit den Firmen Evatec und Qualcomm konnte auch eine unpolare AlScN-Dünnschicht entwickelt werden, durch die die elektromechanische Kopplung von SAW-Resonatoren noch weiter verbessert wurde. Diese Technologie wird aktuell noch weiter erforscht und erste Ergebnisse sind kürzlich in einer wissenschaftlichen Publikation veröffentlicht worden.

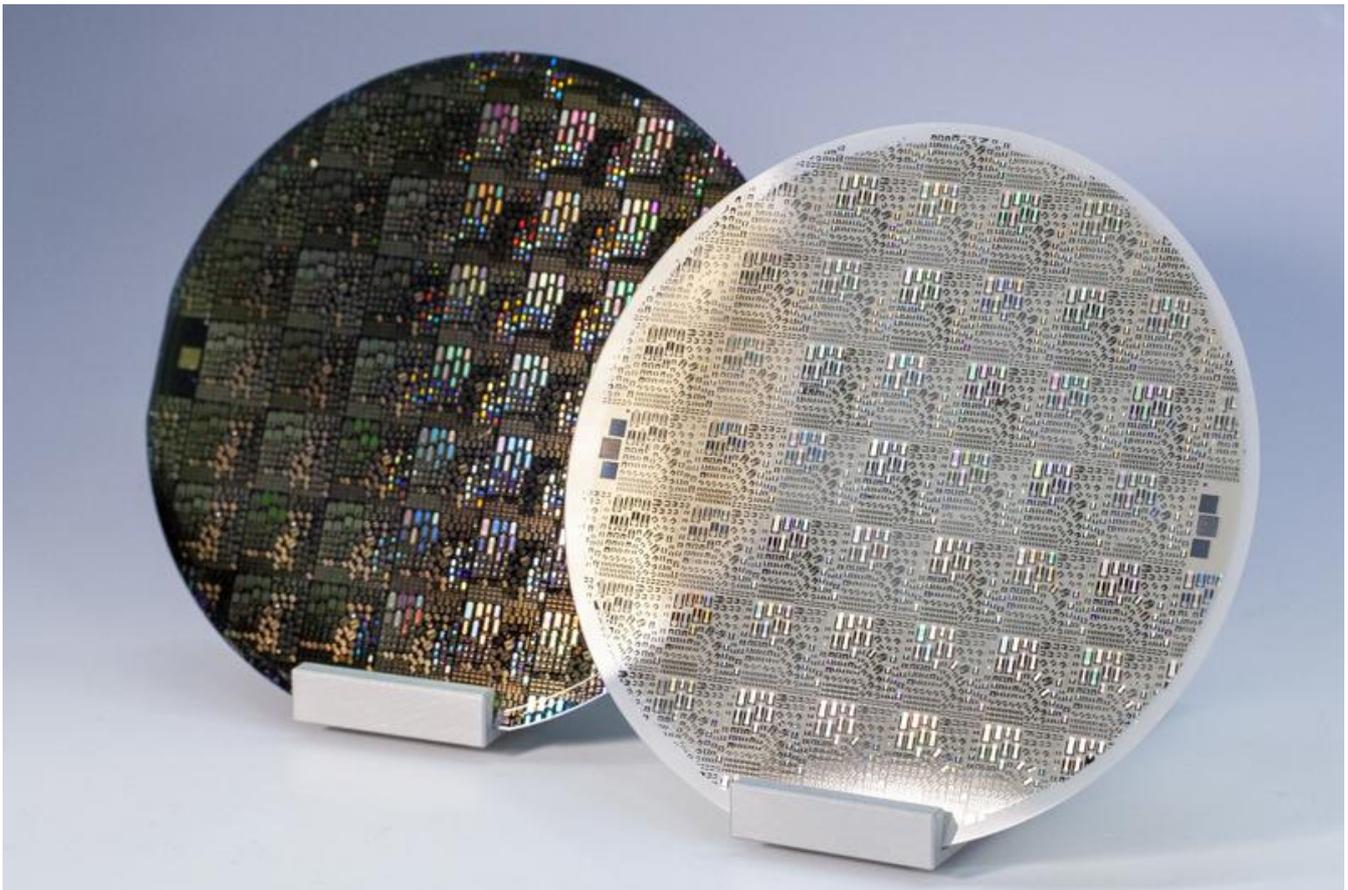
Weitere Anwendungen mit AlScN

»Wir sehen in AlScN ein großes Potenzial für zukünftige Anwendungen, die von dem piezoelektrischen Effekt profitieren. Dazu gehören vor allem Sensortechnologien und Transistoren mit hoher Elektronenbeweglichkeit«, erklärt Dr. Žukauskaitė. Der Erfolg des Projekts »PiTrans« führte dazu, dass zwei weitere Projekte zum Thema AlScN-Technologie akquiriert werden konnten. Im Projekt »mAgnes« werden Breitband-Stromsensoren, wie sie beispielsweise in Elektrofahrzeugen zur Anwendung kommen, erforscht und im Projekt »SALSA« entwickelt das Forschungsteam neuartige schaltbare Transistoren mit hoher Elektronenbeweglichkeit (HEMTs). Beide Projekte profitieren von der erworbenen Expertise im Bereich der Bauteilentwicklung auf AlScN-Basis und dem Wachstum des Materials sowie der dafür notwendigen Infrastruktur am Fraunhofer IAF.

Original publication:

<https://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.5129329>

URL for press release: <https://www.iaf.fraunhofer.de/de/medien/pressemitteilungen/PiTrans.html>



Prozessierte Oberflächenwellenstrukturen (SAW-Strukturen) auf AlScN/Si (links) und AlScN/AlzO₃ (rechts).
Fraunhofer IAF