

Zusammenfassung

Igor Tkach:

“Optically detected magnetic resonance of Arsenic antisite-related defects in semi-insulating bulk and low temperature MBE-grown GaAs”

Mit Hilfe des magnetischen Zirculardichroismus der optischen Absorption (MCDA) und der MCDA-detektierten Elektronenparamagnetischen und Elektron-Kern-Doppelresonanz (MCDA-EPR/ENDOR) wurden der EL2-Defekt in semi-isolierendem LEC GaAs und intrinsische Punktdefekte in GaAs, das durch Niedertemperatur MBE hergestellt wurde (LT-GaAs), in K- und W-Band untersucht.

Frühere K-Band MCDA-EPR/ENDOR Spektren des EL2-Defekts waren wegen Effekten höherer Ordnung wie pseudo-dipolarer Kernkopplung und verbotenen Übergängen schwer zu deuten. Bis heute wird die Struktur des EL2-Defekts kontrovers diskutiert. Die Hochfeld-EPR/ENDOR-Spektroskopie ist die einzige Methode, die den unerwünschten Einfluss jener Effekte beseitigt. Für die Hochfeld-MCDA-EPR/ENDOR-Messungen war jedoch die Entwicklung eines neuen Hochfrequenzresonators notwendig. Mit diesem sogenannten Fabry-Pérot W-Band-Resonator (TEM_{00q} Mode) war es möglich, diese pseudo-dipolare Kernkopplung zu beseitigen und eindeutige ENDOR Spektren zu messen.

Mit der Hochfeld-MCDA-ENDOR-Spektroskopie im W-Band wurden zwei Nachbarschalen des EL2-Defekts detektiert. Die Winkelabhängigkeiten der ersten ^{75}As -Nachbarschale zeigen innerhalb der experimentellen Genauigkeit T_d Symmetrie. Die höhere (5-e (^{75}As)) Nachbarschale, die mit W-Band-ENDOR detektiert wurde, wird in zwei Subschalen aufgespaltet. Dies weist ungeachtet der hohen Symmetrie der nächsten Nachbarn auf einen Paardeфекt hin. Jedoch kann die Ursache der Symmetrierniedrigung nicht wesentlich zu den superhyperfein-Wechselwirkungen beitragen. Eine Ga-Lücke (V_{Ga}) ohne einen Kernspin ist ein möglicher Kandidat für eine solche Störung. Folglich kann eine $\text{As}_{\text{Ga}}^+-V_{\text{Ga}}^{3-}$ -Konfiguration als alternatives Modell des EL2-Defektes vorgeschlagen werden. Das in diesem Zusammenhang üblicherweise diskutierte $\text{As}_{\text{Ga}}-\text{As}_i$ -Modell wird hingegen ausgeschlossen, da es mit den W-Band-MCDA-EPR/ENDOR-Experimenten unvereinbar ist.

Die magnetooptischen Untersuchungen von As_{Ga} -artigen Defekten in ungetempertem (bei 200°C gewachsenem) und getempertem LT-GaAs zeigen, dass die Defekteigenschaften durch den Vorgang des Temperns sehr stark beeinflusst werden. Die Proben wurden mit einer „lift-off“-Technik vorbereitet, die Messungen über die Bandlücke hinaus (1.5eV) erlaubt. Mit „tagged“-MCDA wurden As_{Ga} -artige Defekte mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften in ungetempertem und getempertem Material beobachtet. LT-GaAs, bei 500°C getempert, liefert ein „tagged“-MCDA Spektrum, das für den EL2-Defekt charakteristisch ist. Zusätzlich zu den As_{Ga} -artigen Spektren wurden zwei überlagerte MCDA-EPR-Spektren beobachtet. Eines davon wurde dem V_{Ga} -artigen Defekt zugeschrieben. Verglichen mit dem EL2-Defekt ist die Bleichwirkung der As_{Ga} -artigen Defekte in LT-GaAs sehr stark reduziert und zu höheren Photonenergien verschoben. Das gilt auch für Tempren bei 500°C , wo anscheinend mehrere Eigenschaften des EL2-Defektes (auch die Spin-Gitter-Relaxationzeit) verändert werden.