



Universidad de Concepción
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Eficiencia de detección en fotodiodos de avalancha de fotones individuales (SPADs)



David Alejandro Ramírez Matamala

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE:

Magíster en Ciencias de la Ingeniería
con Mención en Ingeniería Eléctrica

CONCEPCIÓN-CHILE

Diciembre de 2005

Resumen

En esta tesis se desarrolla un modelo para determinar la eficiencia cuántica de fotones individuales (SPQE) para fotodiodos de avalancha de fotones individuales (SPADs), que operan en modo Geiger, con regiones de multiplicación simple o para heterojunturas. El modelo es usado para optimizar el SPQE como función del voltaje aplicado dados una temperatura de operación, una estructura de la región de multiplicación y un material. El modelo puede ser aplicado a SPADs con regiones de multiplicación de $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$ o InP , así como para heterojunturas de $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As-InP}$ para longitudes de onda de $1.3 \mu\text{m}$ y $1.55 \mu\text{m}$. Las predicciones muestran que el SPQE decrece a medida que el ancho de la región de multiplicación decrece. Mas aún, considerando tunneling banda a banda como la principal fuente de portadores oscuros en la región de multiplicación, una región de multiplicación de InP ofrece un mayor SPQE comparado con una región de multiplicación de $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$ del mismo ancho. El modelo también muestra que el ancho de la fracción de $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$ en una heterojuntura de $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As-InP}$ puede ser optimizado para obtener un SPQE que es mayor al ofrecido por una región de multiplicación de InP . Este efecto es más pronunciado en regiones de multiplicación delgadas donde el efecto del espacio muerto es más importante.

La capacidad del canal es introducida como métrica para determinar el desempeño de los SPADs cuando son usados como detectores en sistemas de comunicación láser. Esta métrica es utilizada para optimizar, con respecto al voltaje de operación y a la estructura del dispositivo, el desempeño de SPADs con regiones de multiplicación simple

o heterojunturas. Al igual que en el caso del SPQE, a medida que el ancho de la región de multiplicación se incrementa, tanto la capacidad del canal máxima y el FWHM de la curva de capacidad del canal versus el voltaje aplicado se incrementan. Los cálculos también muestran que existe una estructura óptima de la heterojuntura $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As-InP}$ que maximiza la capacidad del canal por sobre la capacidad del canal obtenida por regiones de multiplicación simple.

