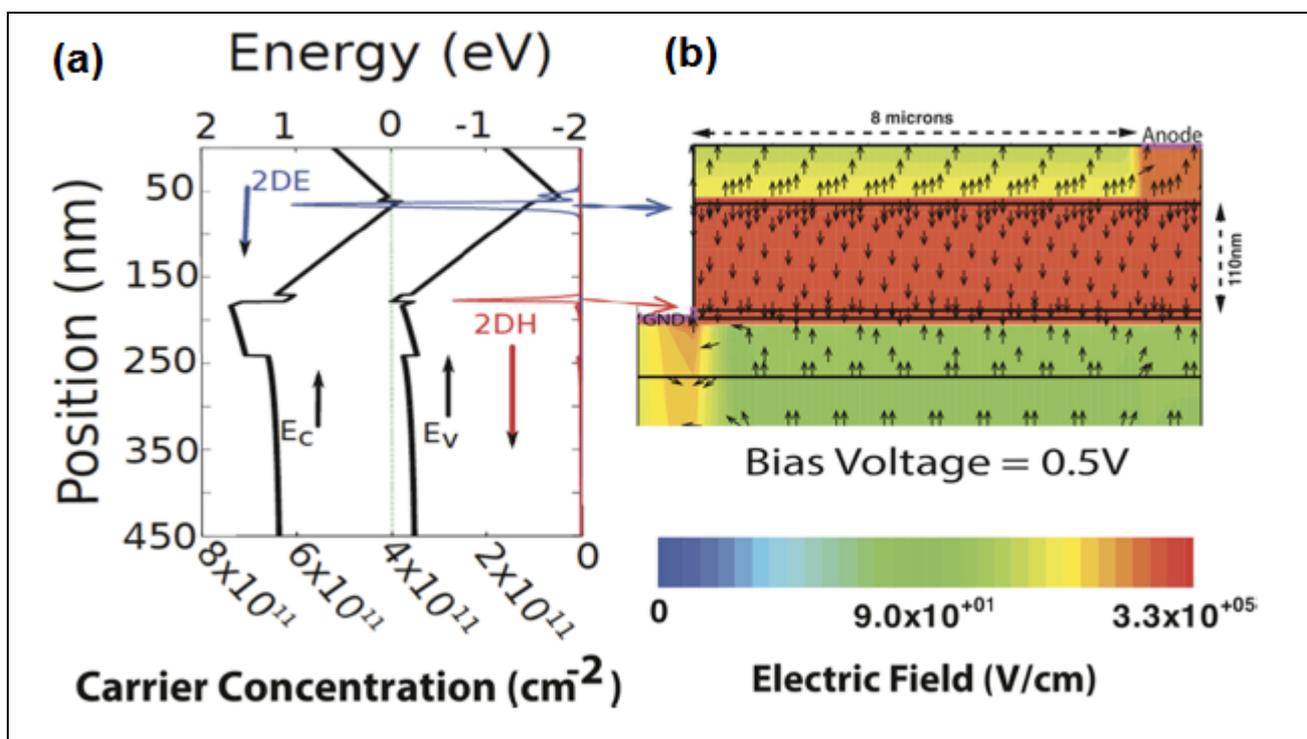


RELAZIONE SCIENTIFICA FINALE  
Programma STM del prof. *BAHRAM NABET*

Nelle due settimane di permanenza del Dr. Nabet, all'interno del laboratorio di tecnologie micro e nano elettroniche IMM Lecce, sono state messe a punto alcune fasi progettuali per realizzare rivelatori di radiazione nel intervallo spettrale dal NIR al THz caratterizzati dalla presenza di plasm 2D di carica in stato di quasi equilibrio.

Grazie alla presenza del Prof. Nabet è stato possibile analizzare la struttura del campo elettrico all'interno dei dispositivi considerati, dovuta alla particolare sequenza di layer nella eterostruttura GaAs / AlGaAs che causa la formazione di due gas bidimensionali uno di elettroni e uno, più profondo di lacune. In Fig. 1(a) è riportata la concentrazione di portatori calcolata tramite le equazioni di Poisson e di Schrodinger. Lo schema delle bande di energia lungo la direzione di crescita nel centro del dispositivo indica l'esistenza di un elevato campo elettrico verticale, nonché di gas densi di elettroni ( $6 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ ) e di lacune ( $3 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ ) gas che possono muoversi solo in due dimensioni.



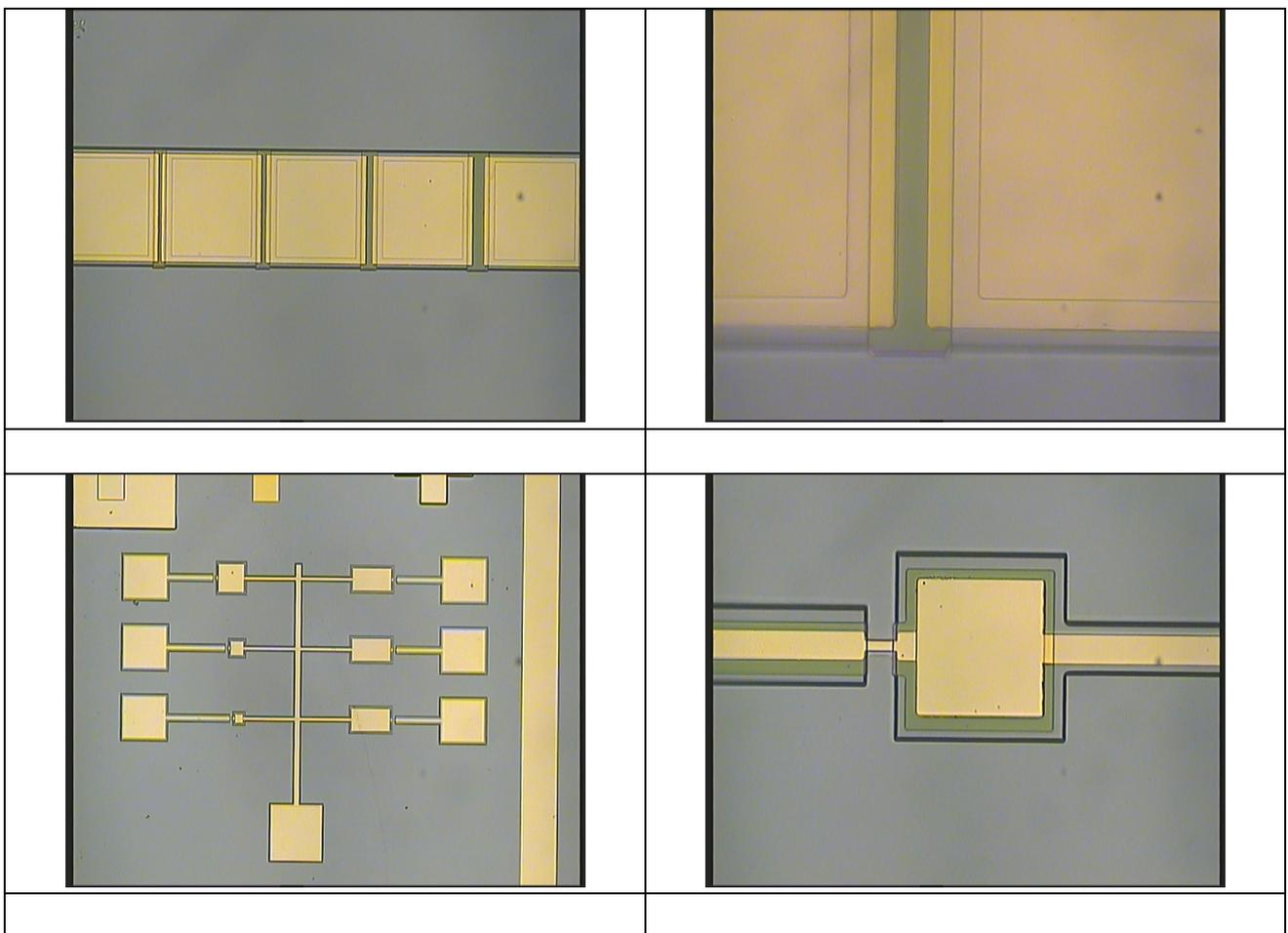
(a) Il diagramma a bande di energia (EBD) della struttura del dispositivo calcolato tramite la risoluzione autoconsistente delle equazioni di Poisson e Schrodinger;  
(b) Profilo del campo elettrico calcolato;

E' stato quindi possibile ricavare il profilo del campo elettrico con una tensione applicata al dispositivo di 0.5V utilizzando pacchetti di simulazione. Si è ricavato che il campo elettrico è fortemente confinato nello strato attivo di GaAs presente tra i due gas bidimensionali mentre questi ultimi restano imperturbati per piccole tensioni applicate. In base a tale simulazione è stato possibile ipotizzare che la raccolta di portatori fotogenerati non sia funzione della distanza tra gli elettrodi ma dello spessore dello strato attivo e che una volta raggiunto un gas bidimensionale non

sia più il movimento di carica a determinare la risposta del dispositivo ma un'onda di plasma (rilassamento del mezzo) che dovrebbe permettere di svincolarsi dai limiti temporali imposti alla risposta del dispositivo, dalla mobilità dei portatori.

Ha quindi preso avvio un processo di realizzazione di alcuni dispositivi. Dati i tempi di permanenza del Prof. Nabet, non è stato possibile avviare la realizzazione di strutture ottimizzate poiché tale processo richiedeva l'acquisto di materiale con tempi di consegna non compatibili. Si sono quindi realizzate alcune strutture di test propedeutiche alla messa a punto dei processi di realizzazione ottimali. Si è deciso, in comune accordo, che la realizzazione dei dispositivi ottimizzati sarà effettuata da IMM Lecce nei prossimi mesi continuando la collaborazione oltre lo stretto periodo di STM.

Le strutture di test realizzate sono riportate nelle osservazioni al microscopio ottico in Fig.2. In Fig.2 a-b è riportata una tipica struttura per la valutazione della resistenza di contatto, mentre in Fig.2 c-d sono riportate delle strutture di test (capacitori di dimensioni variabili) per la caratterizzazione del dielettrico di passivazione.



Per ottenere tali strutture è stato realizzato un processo che ha necessitato di 4 livelli di mascheratura il cui diagramma di flusso che riassume i passi più importanti è riportato di seguito:

### 1) WET ETCHING SELETTIVO GaAs / AlGaAs

Rimozione di 50 Å GaAs con selettività 25 rispetto ad AlGaAs

#### a. Preparazione soluzioni

Pesare 50g di acido citrico, aggiungere 50g di acqua

Mettere in agitazione per 24 ore

Stabilizzare 30 minuti

Aggiungere H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nel rapporto 1:1

Agitazione per 30 minuti

Prelevare BOE diluito

Agitazione per 30 minuti

**b. Rimozione ossido di superficie e attivazione**

Etching della superficie con BOE 15 secondi

Risciacquare abbondantemente

asciugare con azoto

**c. Etching dell'GaAs**

Immersione nella soluzione acido citrico: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> : H<sub>2</sub>O per 30 secondi

Bagno di arresto in acqua, risciacquare abbondantemente

Asciugare con azoto

**2) DEFINIZIONE DEI CONTATTI SCHOTTKY**

**a. Fotolitografia**

Phoresist negativo invertibile: AZ 5214

Spinning: 5sec @ 500 rpm e per 30 sec @ 4000 rpm , accelerazione 1000 rpm.

Soft bake a 111°C per 50 secondi.

maschera:Schottky

esposizione: 7 secondi mode low vacuum,

Post Exposure Bake a 110°C per 90 secondi

esposizione: 35 secondi mode flood

sviluppo: 30 secondi in MF 726

**b. Evaporazione**

Deposizione con fascio elettronico

Multilayer Ti-Pt-Au spessori 300-300-600 A

**c. Lift – off**

Immersione in acetone per 24 ore e ultrasuoni

Bagno di arresto in acqua, risciacquare abbondantemente

Asciugare con azoto

**3) PASSIVAZIONE**

Deposizione di nitruro di silicio con tecnica PECVD

**a. Condizioni di deposizione:**

spessore 300 nm

temperatura 300°C

pressione 20 watt

gas silano/ammoniaca/azoto = 10/40/50 sccm

flusso totale 100 sccm.

**4) REALIZZAZIONE VIA HOLE**

**a. Fotolitografia**

Photoresist positivo S1828

Spinning : per 5sec @ 500 rpm e per 30 sec @ 4000 rpm , accelerazione 1000 rpm.  
Soft bake a 113°C per 5 minuti  
maschera : etching SIN  
esposizione: tempo 65 secondi, mode low vacuum  
sviluppo: 120 secondi

**b. Attacco selettivo nitruro mediante RIE:**

Condizioni di processo:  
gas argon/CF<sub>4</sub>,  
pressione totale 40 mtorr,  
potenza 100 watt ,  
tempo 4 minuti

**5) REALIZZAZIONE DELLE PAD DI CONTATTO**

**a. Fotolitografia**

Photoresist positivo AR5350  
Spinning : per 5sec @ 500 rpm e per 30 sec @ 4000 rpm , accelerazione 1000 rpm.  
Soft bake a 110°C per 4 minuti,  
maschera :PAD  
esposizione: tempo 10,5 secondi, mode low vacuum  
sviluppo: 25 secondi

**b. Evaporazione**

Deposizione con fascio elettronico  
Multilayer Ti- Au spessori 100-3000 Å

**c. Lift – off**

Immersione in acetone per 24 ore e ultrasuoni  
Bagno di arresto in acqua, risciacquare abbondantemente  
Asciugare con azoto

**6) DEFINIZIONE E REALIZZAZIONE DEI MESA**

**a. Fotolitografia**

Photoresist positivo AR5350  
Spinning : per 5sec @ 500 rpm e per 30 sec @ 4000 rpm , accelerazione 1000 rpm.  
Soft bake a 110°C per 4 minuti,  
maschera :PAD  
esposizione: tempo 10,5 secondi, mode low vacuum  
sviluppo: 25 secondi

**b. Etching non selettivo del multilayer GaAs/AlGaAs**

Immersione nella soluzione H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (95-97%) : H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (40%) : H<sub>2</sub>O = 1:8:160  
temperatura 20°C  
tempo 300 secondi  
Bagno di arresto in acqua, risciacquare abbondantemente  
Asciugare con azoto

La realizzazione di questo processo ha richiesto circa due settimane lavorative ed è stato svolto in collaborazione con tecnici e ricercatori del IMM di Lecce. I campioni ottenuti sono stati in parte consegnati al Prof. Nabet ed in parte trattenuti presso la struttura del IMM Lecce.

Durante la sua permanenza il Prof. Nabet ha inoltre tenuto un seminario al personale ricercatore e tecnico del IMM illustrando una panoramica sui risultati delle attività di ricerca svolte in collaborazione finora, incentrato sulle seguenti tematiche:

- 1) Elettronica senza trasporto di carica
- 2) Nano fotonica (su silicio)
- 3) Power – aware computing

Il seminario è scaturito dalla volontà di estendere ancor più la oramai quasi ventennale collaborazione, individuare nuove aree di comune interesse e programmare eventuali azioni bilaterali per la ricerca di finanziamenti.

Il Proponente  
Fabio Quaranta