

Bando 24836/2022

Traccia 1

Elaborato (trattazione approfondita, massimo 5 pagine)

Descrivere le caratteristiche generali e le prestazioni di un rivelatore a semiconduttore. Illustrarne il principale utilizzo e gli sviluppi o miglioramenti a lungo termine.

Domande a risposta breve

- 1) Un rivelatore al silicio completamente svuotato che lavora senza ripartizione di carica ha una spaziatura tra gli elettrodi di $70\ \mu\text{m}$; indicare la sua risoluzione spaziale:
 - a. $5\ \mu\text{m}$;
 - b. $20\ \mu\text{m}$;
 - c. $35\ \mu\text{m}$;
 - d. $50\ \mu\text{m}$;
 - e. $70\ \mu\text{m}$.
- 2) Spiegare la differenza fra risoluzione spaziale ottenibile con un rivelatore di microstrip di silicio a lettura digitale (si/no) con quella ottenibile dallo stesso rivelatore dotato di lettura analogica della carica rilasciata dalla particella.
- 3) Qual è il valore in eV dell'intervallo di energia fra le bande di valenza e di conduzione per il silicio e per il germanio?
- 4) In una giunzione p-n la larghezza della regione svuotata è (indicare la risposta corretta):
 - a. maggiore nella regione meno drogata;
 - b. maggiore nella regione più drogata;
 - c. uguale nelle due regioni.
- 5) Descrivere brevemente come si può realizzare una giunzione p-n e come essa si comporta in caso di polarizzazione diretta e inversa.
- 6) Descrivere brevemente quali sono i principali fenomeni legati ai danni da radiazione per un rivelatore al silicio sviluppato per operare in esperimenti di fisica alle alte energie.
- 7) Descrivere brevemente le principali fasi di assemblaggio di un modulo funzionale equipaggiato con un sensore a semiconduttore.
- 8) Descrivere brevemente i principali parametri da misurare per la caratterizzazione elettrica di un rivelatore a microstriscie
- 9) Discutere le principali cause di rumore elettronico nei rivelatori a stato solido.
- 10) Descrivere brevemente le principali differenze fra un sensore a strisce ed uno a pixel.

Bando 24836/2022

Traccia 2

Elaborato (trattazione approfondita, massimo 5 pagine)

Discutere con un esempio concreto la tipologia di misure da effettuare per la caratterizzazione completa di un rivelatore di radiazione a semiconduttore e il metodo sperimentale adottato per determinarne le caratteristiche.

Domande a risposta breve

- 1) I pixel di un rivelatore di vertice, operato senza ripartizione di carica, hanno dimensioni $100 \mu\text{m} \times 200 \mu\text{m}$. Qual è la risoluzione spaziale nelle due dimensioni?
- 2) Descrivere brevemente come si può determinare la risoluzione spaziale di un rivelatore a semiconduttore mediante test su fascio di particelle.
- 3) Qual è l'energia media per la creazione di coppie elettrone-lacune in silicio a 300 K? Considerato che 1.1 eV è l'energia della banda proibita a cosa è destinata la maggior parte dell'energia rilasciata nel silicio ?
- 4) Come si ottiene un semiconduttore con drogaggio di tipo n?
- 5) Spiegare brevemente per quale motivo è necessario polarizzare inversamente una giunzione p-n per rivelare una particella ionizzante.
- 6) Descrivere brevemente gli effetti negativi indotti dalla presenza di centri di ricombinazione e di intrappolamento in un rivelatore a semiconduttore.
- 7) Il "pull test" è utilizzato per (indicare la risposta corretta):
 - a. il controllo della capacità interstrip;
 - b. il controllo della resistenza del *wire bond* (micro saldatura con filo metallico);
 - c. il controllo dell'ampiezza del segnale in ingresso al preamplificatore.
- 8) Descrivere brevemente perché i rivelatori a semiconduttore hanno una elevata risoluzione in energia.
- 9) Descrivere brevemente le principali differenze fra un sensore a tecnologia planare ed un sensore a tecnologia 3D.
- 10) In un rivelatore al silicio il rumore dipende dalla corrente oscura J come (indicare la risposta corretta):
 - a. $J^{1/2}$;
 - b. $J^{2/3}$;
 - c. J ;
 - d. $J^{3/2}$;
 - e. J^2 .

DL

SP

2

2

Bando 24836/2022

Traccia 3

Elaborato (trattazione approfondita, massimo 5 pagine)

Rivelatori di radiazione a semiconduttore di nuova concezione: sviluppi recenti e prospettive future.

Domande a risposta breve

- 1) Un rivelatore a microstrisce di silicio totalmente svuotato ha una spaziatura tra le strisce di $50\ \mu\text{m}$ e lavora senza ripartizione di carica. Qual è la risoluzione spaziale?
- 2) Definire brevemente la risoluzione spaziale, il tempo morto e l'efficienza di un rivelatore a semiconduttore e i rispettivi fattori che ne influenzano i valori.
- 3) Indicare quanti elettroni produce in media una particella carica nell'attraversare $100\ \mu\text{m}$ di silicio:
 - a. 10^2 ;
 - b. 10^3 ;
 - c. 10^4 ;
 - d. 10^5 ;
 - e. 10^6 .
- 4) Come si ottiene un semiconduttore con drogaggio di tipo p?
- 5) Descrivere brevemente l'origine delle correnti di diffusione, generazione e superficiale in una giunzione p-n polarizzata inversamente.
- 6) Descrivere brevemente le conseguenze del danno da radiazione per un rivelatore al silicio e le possibili strategie da adottare per migliorarne le prestazioni.
- 7) Descrivere brevemente come vengono effettuate la caratterizzazione elettrica e funzionale di un sensore a semiconduttore.
- 8) Descrivere quali tipi di test sono più adatti per la validazione e selezione dei rivelatori a semiconduttore nella linea di produzione di un centro di assemblaggio, dandone una breve descrizione
- 9) L'esposizione di un rivelatore a semiconduttore ad una fluensa F di radiazione provoca un aumento della corrente oscura che dipende da F come (indicare la risposta corretta):
 - a. $F^{1/2}$;
 - b. F^2 ;
 - c. $F^{1/3}$;
 - d. $\ln(F)$;
 - e. F .
- 10) Dire se la seguente affermazione è corretta e motivare brevemente la risposta: i rivelatori di radiazione al germanio a differenza di quelli al silicio vanno necessariamente raffreddati.