

# Effetto del danneggiamento da radiazione sulla risposta di un rivelatore a silicio

Effect of radiation damage on response of a silicon detector

Relatore: Dott. Gabriele Pasquali (pasquali@fi.infn.it)

Candidato: Alberto Camaiani

Questo lavoro di tesi riguarda la caratterizzazione della risposta di un rivelatore a giunzione p-n in Silicio (siglato FBK23) precedentemente sottoposto a danneggiamento da radiazione. In particolare si è studiata la risposta del rivelatore a brevi impulsi di luce laser ultravioletta ed alle particelle alfa provenienti da una sorgente da laboratorio.

Un sistema automatico di scansione della superficie del rivelatore ha permesso di studiare la risposta al laser, collimato su una sezione di circa 1 mm, in funzione della posizione di incidenza sul rivelatore. Da questo tipo di misure si può anche risalire alla tensione di svuotamento per ogni punto di misura e quindi ottenere una mappa dei valori della resistività efficace. E' stato anche possibile sottoporre il rivelatore a riscaldamento (il cosiddetto *annealing*) e ottenere gli andamenti della resistività efficace e della caratteristica I-V dopo vari cicli di annealing.

Nel rivelatore siglato FBK23 si identificano due zone che hanno subito un differente tipo di danneggiamento: la prima ha subito danneggiamento da parte di ioni di  $^{129}\text{Xe}$  da 35 MeV/nucleone mentre la seconda da ioni di  $^{129}\text{Xe}$  con energia degradata a 14 MeV/nucleone. Tali zone vengono identificate rispettivamente come *zona in trasmissione* e *zona degli stoppati*, perché gli ioni da 35 MeV/nucleone attraversano completamente il rivelatore (il range di tali particelle è superiore allo spessore di 300  $\mu\text{m}$  del rivelatore), mentre gli ioni da 14 MeV/nucleone hanno range di  $\approx 130 \mu\text{m}$ .

L'indagine tramite radiazione laser ha evidenziato che i frammenti che attraversano l'intero rivelatore generano un aumento di resistività efficace, in accordo con i fenomeni di variazione del drogaggio dei rivelatori con substrato di tipo-n osservati in fisica delle alte energie. Zone che hanno subito danneggiamenti di quest'ultimo tipo presentano una velocizzazione dei segnali di carica indotti.

Riguardo ai cambiamenti osservati in seguito al riscaldamento del rivelatore, sia la mappatura con laser che le caratteristiche I-V mostrano che due cicli di annealing a 60°C, di 10' e 20', non hanno dato esiti apprezzabili. Un successivo annealing di 30' a 60°C ha invece portato ad un netto aumento della corrente di perdita e ad un estensione della regione a resistività "anomala". Si pensa, in questo caso, ad un probabile "reverse annealing", come documentato anche in fisica delle alte energie. È significativo il fatto che il netto aumento della corrente di perdita si abbia per tensioni tali da estendere la zona svuotamento fino alla profondità a cui si sono fermati gli ioni Xe da 14 MeV/nucleone.

Lo studio della risposta a radiazione alfa da parte delle zone danneggiate ha maggiormente evidenziato la tipologia dei difetti creati dal danneggiamento. La zona danneggiata con ioni di Xe da 14 MeV/nucleone presenta dei difetti che si comportano come trappole per le lacune, trattenendole per tempi dell'ordine delle decine di  $\mu\text{s}$ . Non ci sono evidenze di difetti attivi per gli elettroni. L'effetto delle trappole si traduce in una diminuzione della carica raccolta compresa fra il 5% e il 2% per tempi di formazione da 1 a 55  $\mu\text{s}$ . I dati presi con diverse collimazioni della sorgente alfa indicano che la parte centrale della regione danneggiata mostra maggiori effetti di intrappolamento rispetto alla zona di bordo. Nessuno di questi fenomeni si riscontra nella zona danneggiata con ioni di Xe da 35 MeV/nucleone.

I risultati ottenuti costituiscono un interessante complemento di quanto riscontrato in un lavoro già pubblicato riguardante il medesimo rivelatore.