

Spis treści

Streszczenie	9
Summary	11
Spis oznaczeń	13
1. Wprowadzenie	15
2. Oddziaływanie promieniowania z materią i generacja ładunku elektrycznego w detektorze	20
2.1. Cząstki jonizujące – straty energii i zasięg	21
2.2. Oddziaływanie elektronów (promieniowania β).....	23
2.3. Oddziaływanie promieniowania α	25
2.4. Oddziaływanie fotonów (promieniowania γ).....	26
2.5. Absorpcja promieniowania X	28
3. Detektory MAPS – wprowadzenie	30
3.1. Idea wczesnej wersji detektora MAPS.....	31
3.2. Przykładowy detektor MAPS zbudowany do pracy w eksperymencie fizycznym.....	34
3.3. Ograniczenia i perspektywy zastosowań detektorów MAPS poza śledzeniem torów cząstek.....	34
4. MIMOSA V – detektor MAPS używany w fazie demonstracji	37
4.1. Motywacja do badań nad wersją detektora MIMOSA V zmodyfikowaną przez ścienianie	37
4.2. Detektor MAPS MIMOSA V	39
4.2.1. Architektura układu MIMOSA V.....	39
4.2.2. Sposób odczytu układu MIMOSA V	44
5. Przystosowanie i wykorzystanie detektora MAPS do obrazowania przy wykorzystaniu niskoenergetycznych elektronów	47
5.1. Detektor MAPS przystosowany do detekcji niskoenergetycznych elektronów	47
5.2. Kalibracja wzmocnienia ścienionego detektora.....	50
5.3. Obrazowanie przy wykorzystaniu niskoenergetycznych elektronów w testowym systemie HPD.....	56
5.3.1. Opis testowego systemu HPD	56
5.3.2. Wyniki otrzymane w testowym systemie HPD.....	58
5.4. Autoradiografia źródła radioaktywnego nasyczonego trytem	64
5.4.1. Przegląd dotychczasowo stosowanych metod detekcji cząstek β emitowanych przy rozpadzie trytu	64
5.4.2. Symulacja generacji sygnału.....	65

5.4.3.	Źródło ^3H , stanowisko testowe i organizacja testów	67
5.4.4.	Wyniki autoradiografii i ich dyskusja	69
5.5.	Bezpośrednia detekcja elektronów w mikroskopie elektronowym	71
5.5.1.	Przegląd dotychczas stosowanych metod rejestracji obrazów w mikroskopie elektronowym	72
5.5.2.	Dwa podejścia do rejestracji obrazów w mikroskopii elektronowej	74
5.5.3.	Motywacja do przeprowadzenia testów dwóch wersji układu MIMOSA V zainstalowanych w mikroskopie elektronowym	75
5.5.4.	Opis systemu testowego i montażu detektora w mikroskopie elektronowym	76
5.5.5.	Testy układu MIMOSA V wykonane w skaningowym mikroskopie elektronowym	77
5.5.5.1.	Podział ładunku między sąsiednimi pikselami	77
5.5.5.2.	Rozdzielczość przestrzenna – pomiar PSF	79
5.5.5.3.	Widma energetyczne pojedynczych elektronów	80
5.5.6.	Testy układów MIMOSA V wykonane w transmisyjnym mikroskopie elektronowym	83
5.5.6.1.	Rejestracja obrazów transmisyjnych	83
5.5.6.2.	Obrazy wzorów dyfrakcyjnych	84
5.5.6.3.	Widma energetyczne pojedynczych elektronów	86
5.5.6.4.	Analiza rozdzielczości przestrzennej – MTF	90
5.5.7.	Zniszczenia radiacyjne i kwestia odporności detektora	97
6.	Uzupełniające testy układu MIMOSA V wykonane przy użyciu wiązki synchrotronowego promieniowania X	99
6.1.	Motywacja do przeprowadzenia eksperymentu z detektorem MIMOSA V	100
6.2.	Instalacja detektora MIMOSA V na wiązce	101
6.3.	Testy obrazowania przy użyciu promieniowania X	101
6.3.1.	Obrazowanie fragmentu kości z implantem	102
6.3.2.	Obrazowanie obiektu zawierającego elementy różnej gęstości na przykładzie obrazu insekta	104
6.4.	Testy możliwości liczenia fotonów X	105
7.	Wpływ promieniowania na detektor oraz konstrukcja diod zbierających ładunek o zredukowanym prądzie upływu i zwiększonej odporności na promieniowanie	110
7.1.	Ogólny podział efektów radiacyjnych	111
7.2.	Ustalenia dotyczące odporności radiacyjnej detektorów MAPS	112
7.3.	Sposoby wpływania na odporność urządzeń półprzewodnikowych na promieniowanie	114
7.4.	Struktury diod zbierających ładunek w detektorze MAPS charakteryzujące się obniżonym prądem upływu	115
8.	MIMOTERA – układ detektora MAPS przeznaczony do monitorowania w czasie rzeczywistym wiązki w terapii hadronowej	119
8.1.	Szczegóły projektu układu MIMOTERA	119

8.1.1. Założenia projektowe i specyfikacja parametrów projektowanego układu MIMOTERA.....	120
8.1.2. Struktura i projekt układu MIMOTERA	122
8.1.3. Szczegółowy opis architektury układu MIMOTERA	125
8.1.4. Szczegóły budowy piksela	129
8.2. Wyniki testów układu MIMOTERA.....	130
8.2.1. Przybliżona kalibracja wzmocnienia konwersji ładunku na napięcie.....	131
8.2.2. Wyniki testów przy stymulacji laserem	132
8.2.3. Wyniki testów na wiązce protonów z cyklotronu	133
9. Monolityczne detektory pikselowe w zaadaptowanych technologiach CMOS...137	
9.1. Przykład zmodyfikowanej technologii na jednolitym podłożu półprzewodnikowym do budowy detektora MAPS.....	138
9.2. Idea monolitycznego detektora pikselowego w zaadaptowanej submikronowej technologii Silicon-on-Insulator CMOS.....	140
9.3. Szczegółowy opis procesu SOI użytego do wytwarzania układów MAMBO....	142
9.4. Projekty układów MAMBO – prototypowe detektory SOI	144
9.4.1. Szczegóły projektu pojedynczego piksela.....	147
9.4.2. Testy toru analogowego przetwarzania sygnału w pikselu	159
9.5. Postulaty polepszenia wyjściowego procesu SOI do budowy detektorów pikselowych.....	165
9.5.1. Wprowadzenie grubej warstwy SOI.....	166
9.5.2. Wprowadzenie zagnieżdżonych studni BNW i BPW	167
9.5.3. Projekt i testy pierwszego układu MAMBO wykorzystującego system zagnieżdżonych studni BNW i BPW	172
10. Podsumowanie.....181	
11. Zakończenie: dalsze kierunki prac i podziękowania.....188	
11.1. Dalsze kierunki prac.....	188
11.2. Podziękowania	191
Literatura.....193	