

Spis treści

Wprowadzenie	7
1 Podstawowe informacje o magnetycie (Fe_3O_4)	13
1.1. Magnetyt	13
1.1.1. Struktura krystaliczna	14
1.1.2. Przemiana Verweya	17
1.2. Powierzchnia Fe_3O_4	19
1.2.1. Powierzchnia Fe_3O_4 (001), Fe_3O_4 (110) i Fe_3O_4 (111)	20
1.2.2. Przemiana Verweya powierzchni magnetytu	22
2 Cienkie warstwy magnetytu	26
2.1. Wytwarzanie cienkich warstw magnetytu	26
2.2. Epitaksjalne warstwy Fe_3O_4 na MgO (001)	26
2.3. Charakterystyka cienkich warstw Fe_3O_4 (001)	28
2.4. Przemiana Verweya w cienkich warstwach Fe_3O_4	33
3 Analiza i modyfikacja materiałów za pomocą wiązki jonów	37
3.1. Zastosowanie wiązki jonów w badaniach materii skondensowanej	37
3.2. Elastyczne zderzenie binarne	39
3.2.1. Współczynnik kinematyczny K	40
3.2.2. Przekrój czynny na rozpraszanie	42
3.2.3. Straty energii i zdolność hamowania	45
3.2.4. Fluktuacja strat energii	48
3.3. Zastosowanie wiązki jonów w modyfikacji materii skondensowanej	49
3.3.1. Synteza i modyfikacja materiałów za pomocą wiązki jonów	49
3.3.2. Uzyskanie stechiometrii warstw przez naświetlenie wiązką jonów	51
4 Spektrometria rozpraszania wstecznego Rutherforda (RBS) w badaniu cienkich warstw	53
4.1. Aparatura RBS	54
4.1.1. Podstawa działania metody RBS	54
4.1.2. Geometria pomiarów RBS	55
4.2. Widmo RBS cienkich warstw	56
4.2.1. Piki i krawędzie w widmie RBS	56
4.2.2. Widmo RBS cienkiej warstwy monoizotopowej	57
4.2.3. Widmo RBS warstwy złożonej o składzie $A_m B_n$	60
4.2.4. Widmo RBS układu dwuwarstwowego	61
4.2.5. Rzeczywiste widmo RBS	63
4.2.6. Symulacja komputerowa SIMNRA	63
4.3. RBS z uwzględnieniem efektu kanałowania (RBS-C)	67
4.3.1. Efekt kanałowania	67
4.3.2. Kąt krytyczny	69
4.3.3. Widmo RBS-C	70
4.3.4. Kąt połowkowy ($\psi_{1/2}$) i minimalna wydajność (χ_{min})	71

5	Cienkie warstwy magnetytu o grubości 10 nm: jakość krystaliczna i stabilność w zmieniających się warunkach zewnętrznych	74
5.1.	Seria (10 nm) - warstwy magnetytu o grubości 10 nm	74
5.2.	Charakterystyka warstw magnetytu	76
5.3.	Skład chemiczny i struktura warstw magnetytu oraz ich zmiany pod wpływem wygrzewania i naświetlania jonami Ar^+	79
5.4.	Jakość krystaliczna cienkich warstw magnetytu	86
5.5.	Gęstość i grubość warstw magnetytu	89
5.6.	Najważniejsze wnioski otrzymane z badań serii (10 nm)	92
6	Badania warstw magnetytu serii ($n \times 25$ nm)	94
6.1.	Seria ($n \times 25$ nm) o grubości warstw 25–100 nm	94
6.2.	Kształt i wysokość pików Fe serii ($n \times 25$ nm)	95
6.3.	Minima na krzywych kanałowania	98
6.4.	Gęstość i grubość warstw serii ($n \times 25$ nm)	101
7	Stabilność warstw magnetytu serii ($n \times 25$ nm) przy naświetlaniu jonami Ar^+ oraz Kr^+	105
7.1.	Efekt mieszania jonowego w trakcie naświetlania wiązką jonów Ar^+ o energii 1 MeV	106
7.1.1.	Modyfikacje za pomocą wiązki jonów Ar^+	107
7.1.2.	Stabilność warstw magnetytu przy naświetlaniu wiązką jonów Ar^+	109
7.1.3.	Struktura warstwy pod wpływem naświetlania wiązką jonów Ar^+	112
7.2.	Efekt mieszania jonowego w trakcie naświetlania wiązką jonów Kr^+ o energii 1 MeV	113
7.2.1.	Modyfikacje za pomocą wiązki jonów Kr^+	113
7.2.2.	Stabilność warstw magnetytu przy naświetlaniu wiązką jonów Kr^+	117
7.2.3.	Struktura warstwy pod wpływem naświetlania wiązką jonów Kr^+	119
7.3.	Stabilność stechiometrycznych warstw Fe_3O_4 naświetlanych jonami	120
8	Naświetlanie cienkich warstw magnetytu wiązką ciężkich jonów Au^+ o energii 1 MeV	122
8.1.	Struktura układu cienkich warstw magnetytu serii (20 nm)	122
8.2.	Naświetlanie jonami Au^+ serii (20 nm)	123
8.3.	Trwałość warstw Fe_3O_4 pod działaniem ciężkich jonów Au^+	129
	Podsumowanie	130
	Dodatek A. Elastyczne zderzenie binarne	133
A1.	Wyprowadzenie wzoru na energię końcową cząstki padającej i energię cząstki odrzutu	133
A2.	Wyprowadzenie wzoru na współczynnik kinematyczny K	136

Dodatek B. Przekrój czynny na rozpraszanie i potencjał ekranowania	138
B1. Przekrój czynny na rozpraszanie Rutherforda	138
B2. Odchylenia od przekroju czynnego Rutherforda	140
B3. Potencjał ekranowania	141
Dodatek C. Oszacowanie strat energii i zdolności hamowania	143
Dodatek D: Położenie krawędzi sygnałów w widmie RBS i oszacowanie grubości warstw	148
D1. Położenie krawędzi sygnałów w widmie RBS	148
D2. Piki w widmie RBS cienkich warstw na bazie magnetytu	150
D3. Konwersja grubości warstw	151
Dodatek E: Profile głębokości uszkodzeń wywołanych naświetlaniem wysoko-energetycznymi jonami	155
E1. Pakiet programów SRIM	155
E2. Profile głębokościowe wakansji w cienkich warstwach magnetytu	156
Lista oznaczeń, symboli i skrótów	161
Literatura	164
Streszczenie/abstract	177