

# Inhalt

<b>1 Einleitung</b> .....	1
1.1 Abgrenzung der Eigenschaften von Ionen gegenüber Photonen und Elektronen .....	2
1.2 Ion-Festkörper-Wechselwirkung .....	4
1.2.1 Materialdeposition, Implantation .....	4
1.2.2 Energiedeposition .....	4
1.3 Systeme zur Erzeugung von Ionenstrahlen .....	5
1.3.1 Ionenerzeugungssystem .....	5
1.3.2 Extraktions- und Transportsystem .....	6
<b>2 Physikalische Grundlagen</b> .....	7
2.1 Elementarprozesse .....	7
2.1.1 Ionenstrahlbeschichtung .....	10
2.1.2 Ionenstrahlzerstäubung .....	19
2.1.2.1 Zerstäubungsmechanismus .....	21
2.1.2.2 Zerstäubungstheorie .....	24
2.1.2.3 Zerstäubung polyatomarer Materialien .....	29
2.1.3 Implantation .....	30
2.1.3.1 Implantationsmechanismus .....	31
2.1.3.2 Einfluß der Ionendosis .....	36
2.1.3.3 Targeterwärmung .....	37
2.1.4 Materialschädigung (Damage) .....	38
2.1.5 Ionenstrahlmischen .....	41
2.1.5.1 Mischungsmechanismen .....	42
2.1.5.1.1 Atommischung .....	42
2.1.5.1.2 Stoßkaskadenentwicklung und deren schnelle Abkühlung .....	43
2.1.5.1.3 Materialdefektwechselwirkung .....	43
<b>3 Ionenquellen</b> .....	46
3.1 Ionenerzeugungsprozesse .....	46
3.1.1 Ionisierung durch Elektronenstöße .....	46
3.1.2 Ionisierung durch Ion- oder Atomstöße .....	49
3.1.3 Strahlungsinduzierte Ionisation .....	50

3.1.4 Ionisation durch Stöße zweiter Art . . . . .	51
3.1.5 Kumulative Ionisation . . . . .	51
3.1.6 Nichtgleichgewichtsionisation durch elektrische und elektromagnetische Felder . . . . .	51
3.1.7 Oberflächenionisierung . . . . .	52
3.2 Ionenerzeugungsmethoden . . . . .	53
3.2.1 Elektronenemission aus Heißkatoden . . . . .	53
3.2.1.1 Heizung der Katoden . . . . .	54
3.2.1.2 Gebrauchsdauer von Heißkatoden . . . . .	56
3.2.2 Hohlkatode als Elektronenquelle . . . . .	56
3.2.3 Bogenentladung . . . . .	59
3.2.4 Pseudofunke . . . . .	60
3.2.5 Elektronenemission aus Kaltkatoden . . . . .	64
3.2.6 Plasmaerzeugung mittels elektromagnetischer Wellen . . . . .	64
3.3 Magnetfeldkonfigurationen . . . . .	68
3.3.1 Axiales Magnetfeld . . . . .	69
3.3.2 Multipol-Anordnung . . . . .	70
3.3.3 Radiale Magnetfeldkonfiguration . . . . .	73
3.4 Ionenstrahlerzeugung . . . . .	74
3.4.1 Extraktionssysteme für großflächige Ionenquellen . . . . .	75
3.4.2 Extraktions- und Strahlführungssysteme für Feinfokusionsquellen . . . . .	79
3.5 Bauarten von Ionenquellen . . . . .	84
3.5.1 Großflächige Quellen zum Beschichten und Ätzen . . . . .	84
3.5.1.1 Heißkatodenquellen . . . . .	84
3.5.1.1.1 Kaufman-Quelle . . . . .	84
3.5.1.1.2 Freeman-Quelle . . . . .	86
3.5.1.1.3 Plasmatron-Quellen . . . . .	89
3.5.1.1.4 Duopigatron . . . . .	91
3.5.1.2 HF-Quellen . . . . .	91
3.5.1.3 Sonstige Quellen . . . . .	96
3.5.1.3.1 Calutron-Quellen . . . . .	96
3.5.2 Ionenquellen für die Lithographie . . . . .	98
3.5.2.1 Feinfokusquelle . . . . .	99
3.5.2.1.1 Plasmaquellen . . . . .	99
3.5.2.1.2 Gas-Feldemissionsquellen . . . . .	99
3.5.2.1.3 Flüssigmetall-Feldemissionsquellen . . . . .	100
3.5.2.2 Quellen zur Schattenprojektion . . . . .	102
3.5.3 Quellen für die Ionenimplantation . . . . .	104
3.5.3.1 Halbleitertechnologie . . . . .	104
3.5.3.1.1 Ionenquellen für Hochstromanlagen (2 = 10 mA; 80 bis 160 KeV) . . . . .	108
3.5.3.1.2 Ionenquellen für Mittelstromanlagen . . . . .	108

3.5.3.1.3 Ionenquellen für Niederenergie- anlagen .....	109
3.5.3.2 Werkstoffbehandlung .....	110
3.5.3.2.1 Ionenquellen .....	112
<b>4 Ionenstrahlanlagen .....</b>	<b>113</b>
4.1 Beschichtungs- und Ätzanlagen .....	113
4.1.1 Wirtschaftliche Bedeutung .....	114
4.1.2 Resümee .....	114
4.2 Ionenimplantationsanlagen .....	114
4.2.1 Halbleitertechnologie .....	114
4.2.1.1 Wirtschaftlichkeit .....	121
4.2.2 Materialbehandlung .....	121
4.2.2.1 Wirtschaftlichkeit .....	122
<b>Literatur .....</b>	<b>123</b>
<b>Sachregister .....</b>	<b>130</b>