

Spis treści

Przedmowa.....	9
1. Wstęp	11
Literatura	13
Część I. TECHNIKA LASEROWA	15
2. Zasada działania lasera	17
2.1. Proces pompowania, inwersja obsadzeń.....	17
2.2. Wzmocnienie promieniowania	21
2.3. Budowa lasera.....	23
2.3.1. Budowa lasera gazowego.....	25
2.3.2. Budowa lasera na ciele stałym	28
2.3.3. Mikrolasery	30
2.3.4. Lasery światłowodowe.....	31
2.3.5. Lasery ekscymerowe.....	32
2.3.6. Lasery chemiczne.....	32
2.3.7. Podsumowanie	33
Literatura	33
3. Charakterystyka wiązki generowanej przez laser	35
3.1. Rozkład przestrzenny wiązki laserowej.....	35
3.1.1. Lasery z jednorodnym ośrodkiem czynnym	36
3.1.2. Jakość wiązki, parametr M^2	39
3.2. Widmo promieniowania lasera, mody podłużne	41
3.2.1. Widmo modu TEM_{00}	41
3.2.2. Linia widmowa ośrodków gazowych	43
3.2.3. Widmo modów poprzecznych wyższych rzędów	45
3.3. Szumy	46
Literatura	52
4. Przekształcanie wiązki laserowej przez układy optyczne	53
4.1. Wyznaczenie obrazu wiązki gaussowskiej	55
4.2. Paradoks ogniskowania	56
4.3. Ogniskowanie wiązki laserowej	56
4.4. Minimalizacja kąta rozbieżności	57

4.5. Przekształcenie wiązki laserowej przez układ bezogniskowy	61
4.6. Rozszerzacz wiązki laserowej	62
4.7. Zmiany fazowe wiązki gaussowskiej	63
4.8. Propagacja obciętej wiązki gaussowskiej	64
4.8.1. Straty mocy wywołane obcięciem wiązki	65
4.8.2. Wpływ obciążenia wiązki na kąt rozbieżności	67
4.8.3. Efekt krawędziowy	69
4.8.4. Ogniskowanie obciętej wiązki gaussowskiej	70
Literatura	71
5. Selekcja modów	72
5.1. Bierna selekcja modów poprzecznych	72
5.2. Bierna selekcja modów podłużnych	73
5.3. Stabilizacja częstotliwości i długości fali	75
Literatura	78
6. Lasery impulsowe	79
6.1. Metoda modulacji dobroci rezonatora	80
6.2. Metoda fazowej synchronizacji modów	82
Literatura	87
7. Zjawiska nieliniowe wywołane przez propagującą się wiązkę laserową	89
7.1. Generacja drugiej i wyższych harmonicznych promieniowania	90
7.2. Zjawisko elektrooptyczne	91
7.3. Mieszanie fal, parametryczny oscylator optyczny	92
7.4. Samomodulacja fazy, samoogniskowanie fali	92
Literatura	93
8. Lasery półprzewodnikowe	94
8.1. Wiązka generowana przez laser	95
8.2. Widmo promieniowania lasera półprzewodnikowego	97
8.3. Typy laserów półprzewodnikowych	98
8.4. Właściwości laserów półprzewodnikowych	100
8.5. Zakres widmowy laserów półprzewodnikowych	101
8.6. Diody elektroluminescencyjne	103
Literatura	104
9. Lasery przestrajalne	105
9.1. Lasery przestrajane dyskretnie	105
9.2. Lasery przestrajane w obszarze linii widmowej	108
9.3. Szerokie przestrajanie	110
9.3.1. Lasery barwnikowe	110
9.3.2. Lasery na ciele stałym	111
9.3.3. Parametryczne oscylatory optyczne (OPO)	112
Literatura	113
10. Pomiary parametrów wiązki laserowej	114
10.1. Cel pomiarów	114
10.2. Badanie widma promieniowania lasera gazowego ciągłego działania	115

10.3. Pomiar średnicy wiązki.....	116
10.4. Pomiar kąta rozbieżności wiązki	118
10.5. Pomiar kształtu i czasu trwania impulsu.....	120
10.6. Pomiar kształtu czoła fali.....	123
10.7. Pomiar mocy i energii.....	125
Literatura	125
11. BHP przy pracy z laserami	126
11.1. Skutki oddziaływania promieniowania laserowego przez nadmierną ekspozycję na oko i skórę.....	128
11.2. Wybrane definicje pojęć niezbędnych do oceny zagrożeń (zgodnie z normą PN-EN 60825-1:2005).....	129
11.3. Podział laserów i urządzeń laserowych na klasy	132
11.4. Ocena zagrożeń, maksymalne dopuszczalne ekspozycje (MDE).....	135
11.5. Uwagi dotyczące znowelizowanej normy PN-EN 60825-1:2008	137
11.6. Wyznaczenie maksymalnej dopuszczalnej ekspozycji (MDE), nominalnego obszaru zagrożenia wzroku (NOBZW) i nominalnej odległości zagrożenia wzroku (NOdZW) dla lasera He-Ne ($\lambda = 633 \text{ nm}$).....	138
11.6.1. Naświetlenie użytkownika pełną mocą wiązki lasera klasy 3R	138
11.6.2. Przebywanie w pomieszczeniu z laserem He-Ne ($\lambda = 633 \text{ nm}$)	139
11.6.3. Wyznaczenie nominalnego obszaru i odległości zagrożenia wzroku (wielkości NOBZW i NOdZW) dla lasera He-Ne ($\lambda = 633 \text{ nm}$) o mocy 10 mW	140
11.7. Przykładowe wyznaczenie maksymalnej dopuszczalnej ekspozycji (MDE) skóry przez bezpośrednie naświetlenie wiązką lasera He-Ne ($\lambda = 633 \text{ nm}$).....	142
11.7.1. Krótka ekspozycja	142
11.7.2. Długi czas ekspozycji	143
11.8. Wymagania dla producenta i użytkownika	143
11.9. Zalecenia dla użytkownika	144
Literatura	145
12. Istota różnicy między promieniowaniem generowanym przez źródło klasyczne i laserowe	146
12.1. Mały kąt rozbieżności	146
12.2. Wysoki stopień monochromatyczności.....	148
12.3. Krótkie impulsy	149
12.4. Promieniowanie spolaryzowane	149
Podsumowanie	149
Literatura	150
Część II. ZASTOSOWANIE LASERÓW	151
13. Zastosowania laserów	153
A. Wykorzystanie wysokiego stopnia monochromatyczności.....	154
A.1. Interferencja.....	154
A.2. Holografia	163
A.3. Żyroskop światłowodowy	164

A.4. Anemometria	166
A.5. Warsztatowy interferometr do pomiaru przemieszczeń	167
A.6. Redefinicja metra	169
B. Wykorzystanie małego kąta rozbieżności wiązki	170
B.1. Wyznaczanie kierunku	170
B.2. Pomiarowe metody triangulacyjne	172
B.3. Koncentracja wiązki na dużej odległości	173
B.4. Wpływ temperatury na propagację wiązki dużej mocy	176
C. Wykorzystanie impulsowej pracy lasera	178
C.1. Monitorowanie środowiska	178
C.2. Pomiar odległości	180
C.3. Trójwymiarowy obraz środowiska silnie rozpraszającego	182
D. Wykorzystanie koncentracji mocy i energii wiązki laserowej	184
D.1. Laserowa obróbka materiałów	184
D.2. Fotolitografia	189
D.3. Laserowa mikrosynteza termojądrowa	192
D.4. Konserwacja zabytków i dzieł sztuki	194
D.5. Generacja miękkiego promieniowania rentgenowskiego i skrajnego nad- fioletu	195
E. Wykorzystanie przestrajania długości fali	196
F. Zastosowanie w medycynie	198
F.1. Diagnostyka i terapia zmian nowotworowych	202
F.2. Laserowa chirurgia	202
F.3. Laparoscopia	204
F.4. Zastosowanie w stomatologii	205
F.5. Zastosowanie w otolaryngologii	205
Podsumowanie	206
Literatura	206
 DODATEK	 211
Parametry laserów dostępnych handlowo i ich typowe zastosowania	213
Zbiór linii widmowych generowanych przez lasery	216
Skorowidz	219