

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Physikalische Eigenschaften des Lichtes | 6 |
| 2.1 | Bestimmung der Eigenschaften des Lichtes durch physikalische Experimente | 6 |
| 2.2 | Dualismus Welle - Korpuskel | 9 |
| 2.3 | Vorgänge, die mit Hilfe der Teilcheneigenschaft des Lichtes beschrieben werden | 13 |
| 2.3.1 | Absorption und Emission von Licht | 13 |
| 2.3.2 | Äußerer Photoeffekt | 15 |
| 2.3.3 | Innerer Photoeffekt | 17 |
| 2.3.4 | Compton-Effekt | 18 |
| 2.3.5 | Paarbildung und Paarzerstrahlung | 19 |
| 2.3.6 | Gravitationswirkung auf Lichtquanten | 20 |
| 2.4 | Vorgänge, die mit Hilfe der Welleneigenschaft des Lichtes beschrieben werden | 21 |
| 2.4.1 | Interferenz | 22 |
| 2.4.2 | Polarisation | 26 |
| 2.4.3 | Reflexion, Brechung, Totalreflexion | 30 |
| 2.4.4 | Beugung des Lichtes | 33 |
| 2.4.5 | Streuung des Lichtes | 35 |
| 2.5 | Dispersion der Lichtgeschwindigkeit | 38 |
| 2.6 | Phasen- und Gruppengeschwindigkeit | 42 |
| 2.7 | Ausbreitung des Lichtes in verschiedenen Medien | 46 |
| 2.8 | Energiebilanz bei Ausbreitung des Lichtes | 47 |
| 3 | Eigenschaften und Kennwerte optischer Strahlungsquellen | 51 |
| 3.1 | Physikalische Größen zur Beschreibung und Messung der optischen Strahlung | 51 |
| 3.2 | Eigenschaften optischer Strahlungsquellen | 55 |
| 3.3 | Von Temperaturstrahlern emittierte optische Strahlung | 57 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 4 | Der Laser als Quelle monochromatischer und kohärenter optischer Strahlung | 59 |
| 4.1 | Bedeutung, Eigenschaften und Anwendungen des Lasers | 59 |
| 4.2 | Energiestufen eines atomaren Systems | 62 |
| 4.3 | Spontane und stimulierte Emission, Anregung | 63 |
| 4.4 | Allgemeines Funktionsprinzip eines Lasers | 65 |
| 4.5 | Gaslaser | 72 |
| 4.6 | Festkörperlaser | 76 |
| 5 | Eigenschaften des Lichtwellenleiters | 81 |
| 5.1 | Prinzipieller Aufbau eines Systems zur optischen Signalübertragung mit Lichtwellenleitern | 82 |
| 5.2 | Anwendungsmöglichkeiten für optische Übertragungssysteme | 86 |
| 5.3 | Reflexion, Brechung und Totalreflexion im Lichtwellenleiter | 87 |
| 5.4 | Prinzipieller Aufbau eines Lichtwellenleiters | 88 |
| 5.5 | Grundtypen für Lichtwellenleiter | 90 |
| 5.6 | Allgemeine Eigenschaften eines Lichtwellenleiters | 94 |
| 5.7 | Übertragungseigenschaften eines Lichtwellenleiters | 96 |
| 5.8 | Akzeptanzwinkel und numerische Apertur | 96 |
| 5.9 | Impulsdispersion | 99 |
| 5.9.1 | Ursachen der Impulsdispersion | 101 |
| 5.9.2 | Vergleich der Dispersionskomponenten | 105 |
| 5.9.3 | Wirkung der Dispersionskomponenten in den drei Fasertypen | 107 |
| 5.9.4 | Modendispersion in der Multimoden-Stufenprofilfaser | 108 |
| 5.9.5 | Modendispersion in der Multimoden-Gradientenfaser | 110 |
| 5.10 | Dämpfung der Siliciumdioxidfaser | 113 |
| 5.11 | Moden eines Lichtwellenleiters | 118 |
| 5.12 | Modengleichgewichtsverteilung | 122 |
| 5.13 | Kerndurchmesser von Monomodefasern | 123 |
| 5.14 | Maximale Länge einer optischen Übertragungsstrecke mit Lichtwellenleiter | 125 |
| 5.15 | Zwischenverstärker zur Vergrößerung der Systemreichweite | 127 |
| 5.16 | Dispersionsfreie Signalübertragung mit Solitonen | 130 |
| 5.17 | Frequenzmultiplextechnik zur Erweiterung der Übertragungskapazität eines Lichtwellenleiters | 131 |
| 6 | Strahlungsquellen für Lichtwellenleiter-Übertragungssysteme | 134 |
| 6.1 | Übersicht und Anforderungen an Strahlungsquellen für Lichtwellenleiter | 134 |
| 6.2 | Der Halbleiter-pn-Übergang | 137 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 6.3 | Absorptions- und Emissionsprozesse in Halbleitern | 141 |
| 6.4 | Anregung und Rekombination in Halbleitern | 142 |
| 6.4.1 | Erzeugung einer Besetzungsinversion in Halbleitern | 142 |
| 6.4.2 | Direkte und indirekte Halbleiter | 143 |
| 6.4.3 | Rekombinationsprozesse in HL-Strahlungsquellen | 144 |
| 6.5 | Materialien für HL-Strahlungsquellen | 146 |
| 6.6 | Funktionsprinzip der Lumineszenzdiode (LED) | 150 |
| 6.7 | Ausführungsformen von LED | 153 |
| 6.7.1 | Flächenstrahler-LED für 850 nm | 153 |
| 6.7.2 | Flächenstrahler-LED für 1,3 μm | 155 |
| 6.7.3 | Kantenstrahler-LED | 156 |
| 6.7.4 | Super-Lumineszenzdiode SLD | 157 |
| 6.8 | Wirkungsgrad der Lichterzeugung bei LED | 158 |
| 6.9 | Funktionsprinzip der Laserdiode (LD) | 163 |
| 6.10 | Longitudinales Modenspektrum der Laserdiode | 167 |
| 6.11 | Halbleiterstrukturen für Laserdioden | 169 |
| 6.12 | Ausführungsformen von Laserdioden | 172 |
| 6.13 | Wirkungsgrad von Laserdioden | 176 |
| 6.14 | Einsatzbedingungen für Laserdioden | 178 |
| 6.15 | Ankopplung der Strahlungsquelle an den LWL | 179 |
| 6.16 | Lebensdauer von HL-Strahlungsquellen | 182 |
| 7 | Strahlungsempfänger für Lichtwellenleiter-Übertragungssysteme | 185 |
| 7.1 | Übersicht und allgemeine Anforderungen an Strahlungsdetektoren | 185 |
| 7.2 | Funktionsprinzip der Halbleiter-Photodiode | 187 |
| 7.3 | Wirkungsgrad der Photodiode | 189 |
| 7.3.1 | Reflexionswirkungsgrad | 190 |
| 7.3.2 | Absorptionswirkungsgrad | 191 |
| 7.4 | Berechnung des Photostromes | 194 |
| 7.5 | Bildung von Ladungsträgerpaaren | 198 |
| 7.6 | Materialien für Halbleiter-Photodioden | 201 |
| 7.7 | Dimensionierung von Photodioden | 203 |
| 7.8 | Photodioden vom pn-Typ | 205 |
| 7.9 | Photodioden vom pin-Typ | 207 |
| 7.10 | Photodioden mit Lawineneffekt | 209 |
| 7.11 | Zusammenfassender Vergleich der drei Photodiodentypen | 212 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 8 | Technologie der Faserproduktion | 214 |
| 8.1 | Stab-Rohr-Methode | 215 |
| 8.2 | Doppeltiegelmethode | 215 |
| 8.3 | CVD-Verfahren | 216 |
| 8.3.1 | MCVD-Verfahren | 217 |
| 8.3.2 | PCVD-Verfahren | 217 |
| 8.3.3 | OVD-Verfahren | 218 |
| 8.3.4 | VAD-Verfahren | 218 |
| 8.4 | Aufbereitung des Grundmaterials im CVD-Verfahren | 218 |
| 8.5 | Aufbau der Vorform durch Innenabscheidung nach PCVD-Verfahren | 221 |
| 8.6 | Aufbau der Vorform durch Außenabscheidung in Achsrichtung nach VAD-Verfahren | 223 |
| 8.7 | Faserziehprozeß | 224 |
| 8.8 | Erzeugung der Brechzahldifferenz von Quarzglasfasern | 227 |
| 8.9 | Andere Gläser geringer Dämpfung für LWL | 228 |
| | Literaturhinweise | 230 |
| | Sachwortverzeichnis | 232 |