

Inhalt

Vorwort	5	5	Urformen von optischem Glas	75
1 Die Entwicklung des Glases und der Optikfertigung	11	5.1	Urformende Verfahren für mineralische Gläser	75
2 Grundlagen der Optik	17	5.1.1	Herstellung von Gobs und Presslingen ..	75
2.1 Brechung, Reflexion und Totalreflexion ..	17	5.1.2	Herstellung von Glasblöcken	76
2.2 Polarisation, Interferenz und Beugung ..	18	5.1.3	Herstellung von Flachglas	79
2.3 Doppelbrechung und Pleochroismus	22	5.2	Urformende Verfahren für organische Gläser	82
2.4 Abbildende optische Bauelemente	23	5.2.1	Gießen	83
2.4.1 Transmittierende optische Bauelemente ..	23	5.2.2	Spritzgießen	87
2.4.2 Reflektierende optische Bauelemente ...	27	5.2.3	Heißprägen	92
2.4.3 Teildurchlässige optische Bauelemente ..	29	5.2.4	Spritzprägen	96
2.4.4 Diffraktive optische Bauelemente	30	5.3	Urformende Verfahren für Kristallwerkstoffe	99
2.5 Abbildungsfehler	31	5.3.1	Züchtung aus der Gasphase	99
2.6 Bewertung der Abbildungsleistung eines optischen Systems	34	5.3.2	Kristallzüchtung aus der Lösung	101
2.7 Kennzeichnung optischer Bauelemente ..	35	5.3.3	Züchtung aus der Schmelze	103
2.7.1 Materialangaben	36	6	Umformen von optischem Glas	109
2.7.2 Formangaben	36	6.1	Grundlagen	109
2.7.3 Oberflächenangaben	37	6.2	Pressen	114
3 Optische Werkstoffe	41	6.2.1	Verfahrensprinzip	114
3.1 Einteilung der optischen Werkstoffe	41	6.2.2	Werkzeugform – Herstellung und Anforderungen	115
3.2 Mineralische Gläser	41	6.2.3	Pressprozess	117
3.2.1 Definition und Struktur	41	6.2.4	Anwendungsgebiete	118
3.2.2 Herstellung mineralischer Gläser	42	6.3	Senken	119
3.2.3 Eigenschaften mineralischer Gläser	45	6.4	Ziehen	120
3.2.3.1 Mechanische Eigenschaften	45	7	Trennen	127
3.2.3.2 Optische Eigenschaften	49	7.1	Zerteilen	128
3.2.3.3 Chemische Eigenschaften	50	7.1.1	Mechanisches Brechen	128
3.2.4 Lieferformen mineralischer Gläser	51	7.1.2	Sondervverfahren zum Zurichten	129
3.3 Organische Gläser	53	7.1.2.1	Mechanisches Trennen durch Sägen	130
3.3.1 Definition und Struktur	53	7.1.2.2	Thermisches Laserstrahlseparieren	132
3.3.2 Ausgewählte Eigenschaften	55	7.1.2.3	Wasserstrahlabrasivschneiden	133
3.3.3 Anwendungsbereiche und Lieferformen ..	56	7.2	Schleifen	136
3.4 Kristallwerkstoffe	57	7.2.1	Verfahrensgrundlagen	137
3.4.1 Aufbau und Struktur	57	7.2.2	Werkzeuge und Maschinen	139
3.4.2 Ausgewählte Eigenschaften	59	7.2.3	Trennschleifen	143
4 Grundlagen des Fertigungsprozesses ..	63	7.2.4	Formschleifen	147
4.1 Entwicklungs- und Herstellungsprozess	63	7.2.4.1	Rundschleifen (Rundieren)	147
4.1.1 Entwicklungsstufen	63	7.2.4.2	Flachschleifen	149
4.1.2 Entwicklungsablauf	64	7.2.4.3	Schleifen sphärischer Flächen	152
4.2 Fertigungsarten	66	7.2.4.4	Schleifen asphärischer Flächen	159
4.3 Fertigungsprinzipien	67	7.3	Bohren	165
4.4 Einteilung der Fertigungsverfahren	69	7.4	Läppen	169
4.5 Technologische Unterlagen	70	7.4.1	Verfahrensgrundlagen	170
		7.4.2	Maschinen und Werkzeuge	171

7.4.3	Betriebs- und Hilfsstoffe für das Läppen	172	8	Beschichten	271
7.4.4	Einflussgrößen	174	8.1	Schutzschichten	272
7.4.5	Läppverfahren	176	8.1.1	Lackieren	272
7.4.5.1	Planläppen	176	8.1.2	Oberflächenhärtung	273
7.4.5.2	Läppen sphärischer Flächen	178	8.2	Optische Schichten	275
7.4.5.3	Feinschleifen mit Läppkinematik	180	8.2.1	Schichtarten	275
7.4.5.4	Ultraschallschwingläppen	181	8.2.2	Schichtherstellung	277
7.4.5.5	Leistung und Genauigkeit	182	8.2.2.1	Physikalische Dampfabcheidung (PVD)	277
7.5	Polieren	186	8.2.2.2	Chemische Dampfabcheidung (CVD)	282
7.5.1	Verfahrensgrundlagen	186	8.2.2.3	Nasschemische Verfahren	283
7.5.2	Maschinen und Werkzeuge	191	8.2.3	Anwendungen	285
7.5.3	Betriebs- und Hilfsstoffe für das Polieren	193	8.2.3.1	Entspiegelungsschichten	285
7.5.4	Einflussgrößen	196	8.2.3.2	Vorder- und Oberflächenspiegelschichten	287
7.5.5	Poliervverfahren	198	8.2.3.3	Teilerspiegelschichten	290
7.5.5.1	Polieren mit flächenförmigem Werkzeugeingriff	199	8.2.3.4	Kaltlichtspiegelschichten	290
7.5.5.2	Polieren mit punkt- oder linienförmigem Werkzeugeingriff (zonale Politur)	208	8.2.3.5	Elektrisch leitfähige Schichten	290
7.5.5.3	Korrekturpolieren	213	9	Stoffeigenschaftsändern	295
7.5.6	Polierfehler	217	9.1	Entspannungskühlen	295
7.5.7	Leistung und Genauigkeit	220	9.2	Verfestigen	297
7.6	Zentrieren	225	9.3	Altern	300
7.6.1	Zentrierverfahren	226	9.4	Färben	300
7.6.1.1	Steckzentrieren	227	9.5	Fototrope Gläser	302
7.6.1.2	Spannzentrieren	227	10	Fügen	305
7.6.2	Zentriermaschinen und Werkzeuge	228	10.1	Fügen im technologischen Prozess	306
7.6.3	Bearbeitungsprozess	231	10.1.1	Blocken	306
7.7	Ultrapräzisionszerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide	233	10.1.2	Kitten	307
7.7.1	Verfahrensgrundlagen	234	10.1.2.1	Provisorisches Kitten	308
7.7.2	Verfahrenseinteilung	240	10.1.2.2	Reguläres Kitten	310
7.7.3	Drehverfahren	240	10.1.2.3	Block- und Streifenkittung	312
7.7.3.1	Drehen rotationssymmetrischer Geometrien	241	10.1.2.4	Kitten von prismatischen Teilen	313
7.7.3.2	Drehen nichtrotationssymmetrischer Geometrien	246	10.1.2.5	Kittwerkstoffe	314
7.7.4	Fräsen	247	10.1.3	Kleben	315
7.7.5	Ultraschall-unterstütztes Mikrospanen	251	10.1.4	Gipsen	315
7.7.6	Leistung und Genauigkeit	253	10.1.5	Ansprengen	316
7.8	Strukturieren	256	10.1.6	Spannen	320
7.8.1	Gravieren (Abtragen)	257	10.1.6.1	Mechanisches Spannen	321
7.8.2	Fotolithografisches Strukturieren	258	10.1.6.2	Pneumatisches Spannen	322
7.8.3	Strukturieren aufgetragener Metall- und Lackschichten	261	10.2	Fügen von optischen Bauelementen/ Montageprozess	323
7.8.4	Partieller Schichtauftrag	262	10.2.1	Zentrieren, Richten, Justieren	325
7.9	Reinigen	263	10.2.2	Feinkitten	329
7.9.1	Manuelles Reinigen	264	10.2.3	Kleben	331
7.9.2	Maschinelles Reinigen	264	10.2.4	Löten	336
7.9.3	Strahlreinigung	267	10.2.5	Versprengen	339
7.9.4	Ausheizen	267	10.2.6	Fassen von Optiken	339
7.9.5	Reinigungsfehler	268	10.2.6.1	Fassen von Rundoptik	340
			10.2.6.2	Fassen von Prismen	344
			10.2.7	Diffusionsschweißen	345
			10.2.8	Endmontage	348
			10.2.8.1	Optische Baugruppen	348

10.2.8.2	Montageverfahren	350	11.4	Fertigung eines Gleitsichtbrillenglases ..	380
10.2.9	Mikromontage	356	11.5	Montage eines Objektivs	384
11	Ausgewählte Fertigungstechnologien ..	363	11.5.1	Fügen der Einzellinsen und Kittglieder ..	385
11.1	Prismenfertigung	363	11.5.1.1	Gerichtetes Kleben (Richtkitten)	385
11.2	Linsenfertigung	368	11.5.1.2	Ungerichtetes Kleben	387
11.2.1	Linsenfertigung mit CNC-Technik	368	11.5.2	Justierdrehen	388
11.2.2	LED-Lupenfertigung	370	11.5.3	Teilmontage	389
11.2.2.1	Konstruktive Lösung	370	11.5.4	Endmontage	390
11.2.2.2	Fertigung der Linsen	372		Literaturverzeichnis	393
11.2.2.3	Optoelektronische Komponenten	374		Hinweise zur beigefügten DVD	403
11.2.2.4	Montage	374		Sachwortverzeichnis	409
11.3	Fertigung asphärischer Bauteile	375			