

Dipl.-Ing. Albrecht Oehler, Otterbach

**Modellierung und Simulation  
von Quarzglasfaser-  
Schmelzkopplern  
mittels gemessener  
Brechzahlverteilung  
der Schmelzzone**

Reihe **21**: Elektrotechnik

Nr. **81**

# Modellierung und Simulation von Quarzglasfaser-Schmelzkopplern mittels gemessener Brechzahlverteilung der Schmelzzone

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 <u>Einleitung</u></b>	<b>1</b>
1.1 Einsatzbereiche und Netzwerkeigenschaften von Quarzglasfaserkopplern	1
1.2 Ziele der vorliegenden Arbeit	3
1.3 Inhaltsübersicht und wesentliche Ergebnisse	4
<b>2 <u>Theoretische Grundlagen</u></b>	<b>7</b>
2.1 Wellenausbreitung in Glasfasern	7
2.2 Wellenausbreitung in Faserkoni	14
2.3 Gekoppelte Wellenleiter	22
<b>3 <u>Grundlagen Quarzglasfaser-Schmelzkoppler</u></b>	<b>30</b>
3.1 Herstellung von Kopplern	30
3.2 Modellierung von Kopplern	36
3.3 Richtdämpfung von Quarzglasfaser-Schmelzkopplern	38
<b>4 <u>Messung und Auswertung von spektralen Koppelerhältnissen</u></b>	<b>41</b>
4.1 Einführende Bemerkungen	41
4.2 Meßtechnik	42
4.2.1 Aufbau und Funktionsweise	42
4.2.2 Erfassung und Auswertung der Meßgrößen	44
4.3 Meßergebnisse und Genauigkeit	45
4.3.1 Einwellenlängen-Koppler	45
4.3.2 Wellenlängenmultiplexer	48
4.3.3 Wellenlängenunabhängiger Koppler	50
<b>5 <u>Brechzahlprofilmeßtechnik für Quarzglasfaser-Schmelzkoppler</u></b>	<b>53</b>
5.1 Einführende Bemerkungen	53
5.2 Schneidetechnik für Quarzglasfaser-Schmelzkoppler	53
5.3 Transmissionsmethode	54

5.4	Modifizierte Strahlungsfeldmethode zur Brechzahlprofilmessung von Quarzglasfaser-Schmelzkopplern	56
5.5	Einfluß des abtastenden Fokus auf die Ortsauflösung	62
5.5.1	Bestimmung der effektiven Nahfeldverteilung	62
5.5.2	Rückfaltung des gemessenen Intensitätsprofils mit dem effektiven, abtastenden Nahfeld	72
5.5.3	Experimenteller Vergleich zwischen konventioneller und modifizierter Meßtechnik	72
5.6	Auflösung, Genauigkeit und Wellenlängenabhängigkeit	76
<b>6</b>	<b><u>Anwendung der Brechzahlprofilmeßtechnik auf typische Quarzglasfaser-Schmelzkoppler</u></b>	<b>77</b>
6.1	Einführende Bemerkungen	77
6.2	Wellenlängenunabhängiger Koppler	77
6.3	Wellenlängenmultiplexer	79
6.4	Einwellenlängen-Koppler	81
6.4.1	Einwellenlängen-Koppler aus Fasern mit reduziertem Außendurchmesser	81
6.4.2	Einwellenlängen-Koppler aus Standardfasern	82
6.4.3	Einwellenlängen-Koppler aus dispersionsflachen Fasern	84
6.5	Sechstor-Koppler	85
<b>7</b>	<b><u>Schlußfolgerungen Meßtechnik</u></b>	<b>88</b>
<b>8</b>	<b><u>Simulation der Wellenausbreitung in Schmelzkopplern mittels der vektoriiellen Finite-Elemente Methode</u></b>	<b>90</b>
8.1	Einführende Bemerkungen	90
8.2	Einwellenlängen-Koppler	93
8.2.1	Einwellenlängen-Koppler mit hantelförmigem Koppelzonenquerschnitt	93
8.2.2	Einwellenlängen-Koppler aus Standardfasern	97
8.2.3	Einwellenlängen-Koppler aus dispersionsflachen Fasern	99
8.2.4	Einwellenlängen-Koppler aus Fasern mit reduziertem Außendurchmesser	101
8.3	Wellenlängenmultiplexer	103
8.4	Wellenlängenunabhängiger Koppler	106
8.5	Sechstor-Koppler	110

<b>9</b>	<b><u>Simulation der Wellenausbreitung in Schmelzkopplern mittels skalarer Strahl- ausbreitungsmethode</u></b>	115
9.1	Einführende Bemerkungen	115
9.2	Theorie der Strahlausbreitungsmethode (BPM)	116
9.3	Berechnung der Koppeleigenschaften realisierter Koppler und Entwurf von Kopplern	119
9.3.1	Wellenlängenmultiplexer	120
9.3.2	Wellenlängenmultiplexer für Solitonen-Übertragungssystem	130
9.3.3	Koppler aus Zweiwellenfaser	132
9.3.4	Wellenlängenunabhängiger Koppler	133
9.4	Bestimmung der reduzierten Streumatrix und Koppelverhalten bei simultaner Verwendung mehrerer Eingangstore am Beispiel des Sechs- tor-Kopplers	135
<b>10</b>	<b><u>Schlußfolgerungen aus der Simulation</u></b>	143
<b>11</b>	<b><u>Zusammenfassung</u></b>	146
<b>12</b>	<b><u>Anhang</u></b>	147
<b>13</b>	<b><u>Literaturverzeichnis</u></b>	151
<b>14</b>	<b><u>Symbolverzeichnis</u></b>	163