

Dipl.-Phys. Christian Hoffmann, Aachen

# **Drucksintern keramischer Hochfrequenz-Dielektrika**

Reihe **2**: Fertigungstechnik

Nr. **454**

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1. 1. Technische Relevanz .....	1
1. 2. Stand der Kenntnis .....	3
1. 2. 1. Das Materialsystem BaO–RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> –TiO <sub>2</sub> .....	3
1. 2. 2. Uniaxiales Heißpressen .....	4
1. 2. 3. Keramische Dielektrika in elektrischen Wechselfeldern .....	5
1. 3. Zielsetzung der Arbeit .....	6
<b>2. Grundlagen</b> .....	<b>7</b>
2. 1. Das Dreistoffsystem BaO–RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> –TiO <sub>2</sub> .....	7
2. 1. 1. Die Kristallstruktur .....	7
2. 1. 2. Phasendiagramme der Systeme BaO–RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> –TiO <sub>2</sub> ...	10
2. 1. 3. Die dielektrischen Eigenschaften des Materialsystems BaO–RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> –TiO <sub>2</sub> .....	11
2. 2. Theorie des Heißpressens .....	14
2. 2. 1. Kriechprozesse .....	14
2. 2. 2. Drucksinterkarten .....	15
2. 2. 3. Die Grundgleichungen des Heißpressens .....	17
2. 2. 4. Der Phasenraum .....	20
2. 2. 5. Climbing Temperature Program (CTP)–Analyse .....	21
2. 3. Dielektrika in elektrischen Wechselfeldern .....	21
2. 3. 1. Phononen .....	22
2. 3. 2. Dielektrizitätszahl .....	23
2. 3. 3. Dielektrische Verluste .....	27
2. 3. 4. Temperaturkoeffizienten .....	32
<b>3. Präparation und Analyse</b> .....	<b>33</b>
3. 1. Standard–Herstellungsrouten .....	33
3. 1. 1. Das Mischoxid–Verfahren .....	33
3. 1. 2. Fällungs– und Zufällungsverfahren .....	34
3. 2. Naß–chemische Herstellungsverfahren .....	34
3. 2. 1. Die Acetat–Route .....	35
3. 2. 2. Die modifizierte Acetat–Route .....	35
3. 2. 3. Die Propionat–Route .....	35
3. 3. Phasenbildung .....	36
3. 3. 1. Mischoxid–Route und Fällungs–Route .....	37
3. 3. 2. Naß–chemische Routen .....	39
3. 4. Pulvermikrostruktur .....	41
3. 4. 1. Mischoxid–Route und Fällungs–Route .....	41
3. 4. 2. Naß–chemische Routen .....	42
3. 5. Ba <sub>6–3x</sub> Sm <sub>8+2x</sub> Ti <sub>18</sub> O <sub>54</sub> Dünnschichten .....	43
3. 5. 1. Herstellung .....	44

3. 5. 2. Phasenbildung .....	45
3. 5. 3. Mikrostruktur .....	47
<b>4. Meßaufbauten .....</b>	<b>49</b>
4. 1. Die Heißpresse .....	49
4. 1. 1. Aufbau des Meßsystems .....	49
4. 2. Der Ghost-Mode Resonator .....	51
4. 2. 1. Einteilung von Resonatoren .....	51
4. 2. 2. Theoretische Grundlagen .....	53
4. 2. 3. Meßaufbau .....	57
<b>5. Ergebnisse und Diskussion .....</b>	<b>60</b>
5. 1. Uniaxiales Heißpressen .....	60
5. 1. 1. Drucksintern von BaTiO <sub>3</sub> .....	61
5. 1. 2. Drucksintern von BaO-RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> .....	64
5. 1. 3. Design Rules .....	71
5. 2. Dielektrische Eigenschaften .....	72
5. 2. 1. Das BaO-Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> System .....	73
5. 2. 2. Dielektrische Eigenschaften weiterer Seltenerdmetall-Systeme .....	80
5. 2. 3. Anisotropie .....	81
5. 2. 4. Die dielektrischen Verluste .....	84
<b>6. Schlußfolgerungen .....</b>	<b>88</b>
6. 1. Zusammenfassung .....	88
6. 2. Ausblick .....	89
<b>Anhang .....</b>	<b>91</b>
A.1 Röntgendiffraktogramme .....	91
A.2 SEM Mikrostruktur Analyse .....	93
<b>Literatur .....</b>	<b>96</b>