

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> . . . . .	1
Hiroyuki AKINAGA, Atsuko KOSUGA et Takao MORI	
<b>Partie 1. Introduction au développement des matériaux</b> . . . . .	5
<b>Chapitre 1. Stratégies de développement de matériaux thermoélectriques à haute performance</b> . . . . .	7
Takao MORI, Atsuko KOSUGA et Hiroyuki AKINAGA	
1.1. Introduction. . . . .	7
1.2. Réduction sélective de la conductivité thermique . . . . .	9
1.2.1. Utilisation de la nanostructuration et des défauts . . . . .	9
1.2.2. Utilisation de la structure cristalline et de la liaison. . . . .	11
1.3. Amélioration du coefficient Seebeck/facteur de puissance . . . . .	12
1.4. Perspectives de développement des matériaux . . . . .	15
1.5. Bibliographie. . . . .	15
<b>Chapitre 2. Développement de matériaux thermoélectriques par le calcul et les données.</b> . . . . .	21
Prashun GORAI et Michael TORIYAMA	
2.1. Théorie générale . . . . .	22
2.1.1. Théorie du transport de Boltzmann . . . . .	23
2.1.2. Approximation du temps de relaxation . . . . .	24
2.1.3. Propriétés thermoélectriques . . . . .	25
2.1.4. Théorie des défauts . . . . .	28

2.2. Applications . . . . .	31
2.2.1. Calculs de transport. . . . .	31
2.2.2. Calculs des défauts et du dopage . . . . .	44
2.2.3. Recherche de matériaux thermoélectriques à l'aide de calculs à haut débit et de l'apprentissage automatique . . . . .	50
2.3. Perspectives . . . . .	58
2.4. Bibliographie. . . . .	58

## **Partie 2. Matériaux thermoélectriques . . . . . 77**

### **Chapitre 3. Chalcogénures de cuivre et d'argent thermoélectriques . . . . . 79**

Holger KLEINKE

3.1. Introduction. . . . .	79
3.2. Chalcogénures binaires de cuivre et d'argent . . . . .	80
3.3. Chalcogénures de cuivre et d'argent ternaires et supérieurs . . . . .	84
3.3.1. Minéraux à base de chalcogénures de cuivre et d'argent . . . . .	84
3.3.2. Chalcogénures de cuivre et d'argent contenant du Tl . . . . .	85
3.3.3. Chalcogénures de cuivre et d'argent contenant du Ba . . . . .	86
3.4. Conclusion . . . . .	91
3.5. Remerciements. . . . .	91
3.6. Bibliographie. . . . .	91

### **Chapitre 4. Thermoélectricité au sulfure : matériaux et modules . . . . . 99**

Michihiro OHTA, Priyanka JOOD et Kazuki IMASATO

4.1. Introduction. . . . .	99
4.2. Matériaux . . . . .	100
4.2.1. Sulfures de terres rares. . . . .	100
4.2.2. Sulfures lamellaires. . . . .	103
4.2.3. Systèmes à base de Pb-Bi-S. . . . .	106
4.2.4. Conducteurs superioniques à base de sulfures de Cu et d'Ag . . .	107
4.2.5. Tétraédrites et colusites . . . . .	109
4.2.6. Phases de Chevrel au soufre. . . . .	111
4.2.7. Chalcopyrite . . . . .	112
4.3. Modules. . . . .	113
4.3.1. Colusites . . . . .	113
4.3.2. Conducteurs superioniques à base de sulfures de Cu et d'Ag . . .	114

4.4. Résumé et perspectives . . . . .	116
4.5. Bibliographie . . . . .	116
<b>Chapitre 5. Revue concise des oxydes fortement corrélés . . . . .</b>	<b>131</b>
Ichiro TERASAKI	
5.1. Introduction à la corrélation électronique . . . . .	131
5.2. États électroniques des oxydes de métaux de transition . . . . .	135
5.3. Oxydes de métaux de transition en 3d . . . . .	136
5.3.1. Oxydes de Co . . . . .	138
5.3.2. Oxydes de Cu . . . . .	141
5.3.3. Autres oxydes de métaux de transition 3d . . . . .	142
5.4. Oxydes de métaux de transition 4d . . . . .	142
5.4.1. Oxydes de Rh . . . . .	143
5.4.2. Oxydes de Ru . . . . .	144
5.5. Conclusion . . . . .	145
5.6. Bibliographie . . . . .	146
<b>Chapitre 6. Matériaux nanocarbonés comme générateurs thermoélectriques . . . . .</b>	<b>155</b>
Tsuyohiko FUJIGAYA et Yoshiyuki NONOGUCHI	
6.1. Introduction . . . . .	155
6.2. Nanotubes de carbone . . . . .	156
6.3. Transport vers l'étude des matériaux . . . . .	157
6.4. Dopage chimique . . . . .	163
6.5. Générateurs thermoélectriques utilisant des NTC . . . . .	172
6.6. TEG à base de feuilles de NTC . . . . .	173
6.7. Fabrication de TEG à partir d'une encre à base de NTC . . . . .	179
6.8. Fils de NTC et leur tissu . . . . .	183
6.9. Conclusion . . . . .	189
6.10. Bibliographie . . . . .	189
<b>Partie 3. Métrologie des propriétés thermiques . . . . .</b>	<b>195</b>
<b>Chapitre 7. Mesure précise du coefficient Seebeck absolu par l'effet Thomson . . . . .</b>	<b>197</b>
Yasutaka AMAGAI	
7.1. Introduction . . . . .	197

7.2. Échelle absolue de la thermoélectricité . . . . .	199
7.3. Méthodes de mesure de l'effet Thomson . . . . .	203
7.3.1. Méthode conventionnelle . . . . .	204
7.3.2. Nouvelles méthodes de mesure : méthode AC-DC . . . . .	205
7.4. Résumé et perspectives . . . . .	209
7.5. Bibliographie . . . . .	210

## **Chapitre 8. Mesure de la diffusivité thermique de films minces par la méthode du flash laser . . . . . 215**

Tetsuya BABA, Takahiro BABA et Takao MORI

8.1. Introduction. . . . .	215
8.2. Procédé de flash laser et procédé de flash laser ultrarapide. . . . .	217
8.2.1. Méthode du flash laser . . . . .	217
8.2.2. Méthode de flash laser ultrarapide . . . . .	219
8.3. Équation de base pour l'analyse des données . . . . .	223
8.3.1. Méthode de la fonction de réponse. . . . .	223
8.3.2. Couche unique uniforme. . . . .	226
8.3.3. Matrice quadruple. . . . .	226
8.3.4. Modèle de film mince/substrat . . . . .	227
8.3.5. Réponse à la température après un chauffage périodique par impulsion . . . . .	230
8.4. Analyse de la réponse thermique observée . . . . .	235
8.4.1. Chauffage par lumière pulsée picoseconde . . . . .	235
8.4.2. Chauffage par lumière pulsée nanoseconde. . . . .	237
8.5. Norme métrologique et traçabilité des mesures des propriétés thermophysiques des couches minces . . . . .	238
8.6. Application des mesures de la physique industrielle à la physique fondamentale . . . . .	239
8.7. Bibliographie. . . . .	240

## **Liste des auteurs. . . . . 247**

## **Index . . . . . 249**

## **Sommaire de *Micro-nano générateurs thermoélectriques 2*. . . . . 253**