「ゼーベック効果を用いた熱電発電」「ペルチェ効果を用いた熱電冷却」の高性能化

熱電学シリーズ1

# 熱電学総論【新装版】

本書は、2009年7月発刊「熱電学総論」(ISBN 978-4-903413-72-3)の
装丁および価格を改訂したものです。
内容は2009年の書籍と同じですので、ご購入時にお間違えないようご注意ください。

この書籍はご注文後納品までに3日～1週間かかります。

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2009年7月8日発刊 | B5判並製本 300頁 | 価格<br>本体 30,000円＋税<br>(STbook会員：28,476円＋税) | ※キャンセル不可<br>STbook会員とは当社ホームページの登録会員(ログイン機能)です。(無料) |
| ISBN978-4-907002-30-5　C3058 | | | |

**監修・翻訳**　湘南工科大学名誉教授　日本熱電学会会長　梶川武信

**発刊にあたって**

熱電材料分野と熱電変換システム分野、それぞれでの高性能化が不可欠です。また、どこまで高性能化できるのかという問題と、どこまで高性能化すればよいのかという問題があり、その解は、前者では、技術(シーズ)に、後者は、市場(ニーズ)にあります。

本書は、この『高性能化』技術を軸にすえ、熱電基礎理論と評価技術を、高性能化実現のための基礎と位置づけています。更に、技術だけにとどまらず一歩踏み込んで、この熱電変換技術が社会で活用されるために必要なこと、すなわち、“ダーウインの海”を乗り切るための海図となる技術の成熟過程の手順としての『熱電変換の市場』の体系化への切り込みを試みています。

熱電科学と工学並びにその市場の考察を包含した熱電学の総論として、熱電の科学技術の体系とその発展の方向性並びに社会での位置づけを具体的に知るためにお役立ていただける1冊です。

**著　者**


■梶川　武信　湘南工科大学
■吉野　淳二　東京工業大学
■山中　伸介　大阪大学
■河本　邦仁　名古屋大学
■小原　春彦　(独)産業技術総合研究所
■寺崎　一郎　早稲田大学
■海部　宏昌　コマツ
■八馬　弘邦　(株)KELK
■Lon E. Bell　BSST LLC


**目　次**


1章　熱電変換の基礎
　1節　熱電変換の基礎理論
　2節　熱電材料の探索と設計指針

2章　熱電材料の高性能化と今後の展開
　1節　バルク熱電材料
　　1. これまでに開発・研究されてきた代表的なバルク熱電材料
　　2. 注目新材料系
　　3. 熱電材料研究における注意点
　2節　酸化物材料
　　1. 結晶本来の性質に基づくバルク材料
　　2. ナノ・ミクロ構造効果に基づく材料
　3節　薄膜・低次元系材料
　　1. 薄膜・低次元系熱電変換材料の出現
　　2. 合成・作製技術
　　3. 性能の評価
　　4. 実用化研究

3章　熱電変換の評価
　1節　材料物性の評価
　2節　熱電物性の評価
　3節　モジュール評価
　4節　冷却評価

4章　熱電発電・熱電冷却の高性能化
　1節　熱電発電システムの高性能化
　　1. 熱電発電システム
　　2. 熱源温度差を基にした熱電発電システム設計
　　3. 熱電発電における素子化技術と高性能化
　　4. 熱取得と熱放出技術
　　5. 電力変換技術による熱電発電システムの高性能化
　　6. 将来展望
　2節　熱電冷却システムの高性能化
　　1. 材料性能の高性能化への寄与
　　2. サーモモジュールの性能低下要因
　　3. サーモモジュール信頼性の向上
　　4. 半導体製造プロセスへの適用
　　5. 多段モジュール

5章　市場と動向
　1節　発電への市場と動向
　2節　冷却への市場と動向



**書籍申込用紙**　書籍名：B006(熱電学総論【新装版】)　購入冊数　　冊　DM

| | | | |
|---|---|---|---|
| 会社名<br>団体名 | | | |
| 部署・役職 | | | |
| ふりがな<br>氏　名 | | 住　所 | 〒 |
| TEL | | FAX | |
| E-mail | ※申込みに関する連絡に使用するため、可能な限りご記入ください。 | 振込予定日 | |
| STbook会員(無料)に　□登録する　□登録済み | ※E-mailアドレスが必須です。<br>※左に✓印をつけてご入会いただくと、この申込からSTbook会員価格で購入できます。 | 月　日 | |
| 今後、弊社からのご案内が不要な方は以下に✓印をつけてください。<br>□郵送DM不要　□E-mail不要 | 通信欄 | | |

※左記ご記入の上、FAX 03-3261-0238 までお申込みください。
※E-mailアドレスまたはFAX番号を必ずご記入下さい。

■お申込み方法
必要事項をご記入の上、FAXでお申込みください。
または当社ホームページからお申し込みください。

■商品の発送
お申込みから3日～1週間後に　書籍、請求書、納品書を佐川急便で発送いたします。

■お支払
銀行振込・ゆうちょ銀行払込(郵便振替)にてお願いいたします。
クレジットカード払いは受け付けておりません。
書籍・請求書到着後、1か月以内にお振込みください。
銀行振込・ゆうちょ銀行払込(郵便振替)の手数料は、ご負担ください。
原則として領収書は発行いたしません。
ゆうちょ銀行払込取扱票(郵便振替票)は、書籍に同封しております。

■個人情報の取り扱い
ご記入の個人情報は、商品の発送、事務連絡、ご案内等に使用いたします。


S&T出版株式会社　TEL 03-3261-0230　FAX 03-3261-0238　http://www.stbook.co.jp/
〒101-0051　東京都千代田区神田神保町2-8 DSビル3F

詳細、最新の情報は 検索サイト S&T出版　熱電学総論 で検索!

## 目　次


**1章　熱電変換の基礎**
1節　熱電変換の基礎理論
1.　熱電現象とその原理
2.　熱電現象の熱力学
2.1　現象論的輸送方程式
2.2　熱電3現象の導出
2.3　熱磁効果
3.　熱電効果および熱磁効果を用いるエネルギー変換の効率
3.1　ゼーベック-ペルチェ効果を利用する発電・冷却の効率
3.2　エッチングハウゼン-ネルンスト効果を利用する発電・冷却の効率
4.　ボルツマン方程式の近似解に基づく輸送係数
5.　電子系の輸送係数
5.1　B=0の場合のボルツマン方程式の近似解
5.2　微分電気伝導率の構成要素
5.3　複数のバンドが輸送に寄与する場合
5.4　B≠0の場合のボルツマン方程式の近似解
6.　フォノン系の輸送係数
7.　SiGe系の熱電物性のシミュレーション
8.　電子系の近似
8.1　非縮退の近似
8.2　縮退の近似
8.3　緩和時間一定の近似
2節　熱電材料の探索と設計指針
1.　熱電材料探索の指針
1.1　一般的な指針
1.2　物質因子
1.3　電子構造の最適設計
2.　熱電物性の設計・制御に関する展開
2.1　キャリア系の輸送係数の設計・制御
2.2　フォノン系の輸送係数の設計・制御
2.3　従来の熱電材料の概念を超えて

**2章　熱電材料の高性能化と今後の展開**
1節　バルク熱電材料
1.　これまでに開発・研究されてきた代表的なバルク熱電材料
1.1　テルライド
1.2　高温材料
1.3　酸化物
1.4　新材料
1.5　ナノ材料
2.　注目新材料系
2.1　異常低熱伝導率物質
2.2　ハーフホイスラー化合物
2.3　自然ナノ構造熱電材料
3.　熱電材料研究における注意点
2節　酸化物材料
1.　結晶本来の性質に基づくバルク材料
1.1　等方構造結晶
1.1.1　高効率材料の設計指針
1.1.2　n型SrTiO3
1.1.3　n型ZnO
1.2　異方構造結晶
1.2.1　ナノブロックインテグレーションの概念
1.2.2　層状コバルト酸化物
1.2.3　層状ペロブスカイト型RP-STO
2.　ナノ・ミクロ構造効果に基づく材料
2.1　低次元ナノ構造材料
2.1.1　低次元量子効果
2.1.2　STO/STO:Nb系人工超格子
2.1.3　ナノ界面フォノン散乱
2.2　ナノ構造内臓バルク材料
2.2.1　ナノボイド分散ZnO
2.2.2　粒子配向材料
2.2.3　シナジー的ナノ構造化
3節　薄膜・低次元系材料
1.　薄膜・低次元系熱電変換材料の出現
1.1　理論の提唱
1.2　実験による検証
2.　合成・作製技術
2.1　MBE法
2.2　MOCVD法
2.3　PLD法
2.4　その他の合成・作製技術
3.　性能の評価
3.1　電気抵抗・ゼーベック係数の測定
3.2　熱伝導率の測定
3.3　ハーマン法
4.　実用化研究
4.1　デバイス開発事例
4.2　今後の展開

**3章　熱電変換の評価**
1節　材料物性の評価
1.　はじめに何を知るべきか
2.　構造・組成の評価
2.1　X線回折
2.2　顕微鏡
2.3　組成分析
3.　物性の評価
3.1　電気特性
3.2　磁性
3.3　フォノン物性
4.　ナノ材料の物性評価
2節　熱電物性の評価
1.　3つの熱電パラメタ
2.　抵抗率
2.1　測定原理
2.2　測定装置
2.3　測定結果の解析
3.　熱伝導率
3.1　測定原理
3.2　測定装置の実際
3.3　測定結果の解析
4.　ゼーベック係数
4.1　測定原理
4.2　測定装置の実際
4.3　測定結果の解析の例
5.　性能指数の測定
6.　ナノ材料の計測
3節　モジュール評価
1.　発電特性(モジュール特性)
1.1　熱流量計(金属ブロック)を用いるモジュール評価法
1.2　ダブルヒータを用いるモジュール評価法
4節　冷却評価
1.　サーモモジュールの基礎式
1.1　性能指数
1.2　吸熱量・放熱量
1.3　吸放熱に必要な電力と成績係数
1.4　最大温度差
2.　サーモモジュールの特性図
3.　熱電材料の物性評価
3.1　ゼーベック係数の測定
3.2　電気抵抗率の測定
3.3　熱伝導率の測定
4.　サーモモジュールの性能評価
5.　ハーマン法

**4章　熱電発電・熱電冷却の高性能化**
1節　熱電発電システムの高性能化
1.　熱電発電システム
1.1　基本構成と方式
1.2　熱源と素子材料
2.　熱源温度差を基にした熱電発電システム設計
2.1　熱電発電システムでの出力の概算
2.2　熱源温度差を基にした熱電発電システム設計
3.　熱電発電における素子化技術と高性能化
4.　熱取得と熱放出技術
5.　電力変換技術による熱電発電システムの高性能化
6.　将来展望
2節　熱電冷却システムの高性能化
1.　材料性能の高性能化への寄与
2.　サーモモジュールの性能低下要因
2.1　基板の熱抵抗
2.2　モジュール接合の熱抵抗
2.3　熱リーク
2.4　電源リップル
3.　サーモモジュール信頼性の向上
3.1　サーモモジュールの故障モード
3.2　サーモモジュールを用いた熱交換器のタイプと信頼性
3.3　温度制御と信頼性
4.　半導体製造プロセスへの適用
4.1　直接循環式薬液恒温装置(ケミカルサーキュレータ)
4.2　クーリングプレート
4.3　エッチングプロセスチャンバ温調器
5.　多段モジュール
5.1　赤外線センサ
5.2　CCD(Charge Coupled Device)カメラ

**5章　市場と動向**
1節　発電への市場と動向
1.　熱電発電の実用化・事業化へのアプローチ
2.　市場創成のシナリオ
3.　市場展開への課題と展望
2節　冷却への市場と動向
1.　背景
2.　主な応用製品の現状
3.　環境及び社会的影響要因
4.　新しい発電の開発
5.　チャレンジ
6.　熱電マーケットの現状
6.1　短期的
6.1.1　自動車内の冷却・加熱システムの拡張利用
6.1.2　電子部品内蔵品の冷却
6.1.3　電子部品内蔵品の冷却
6.2　中期的
6.2.1　電子チップ冷却
6.2.2　自動車用、家庭用、小型産業用ヒートポンプ
6.2.3　個人用冷却・加熱製品
6.2.4　個人用局所用温度制御
6.2.5　可搬型定置式医療デバイスの温度制御
6.2.6　LEDディスプレイ
6.2.7　電池温度制御
6.3　長期的
6.3.1　超伝導関連の冷却
6.3.2　冷蔵システム
6.3.3　オンデマンド飲み物冷却
7.　結論