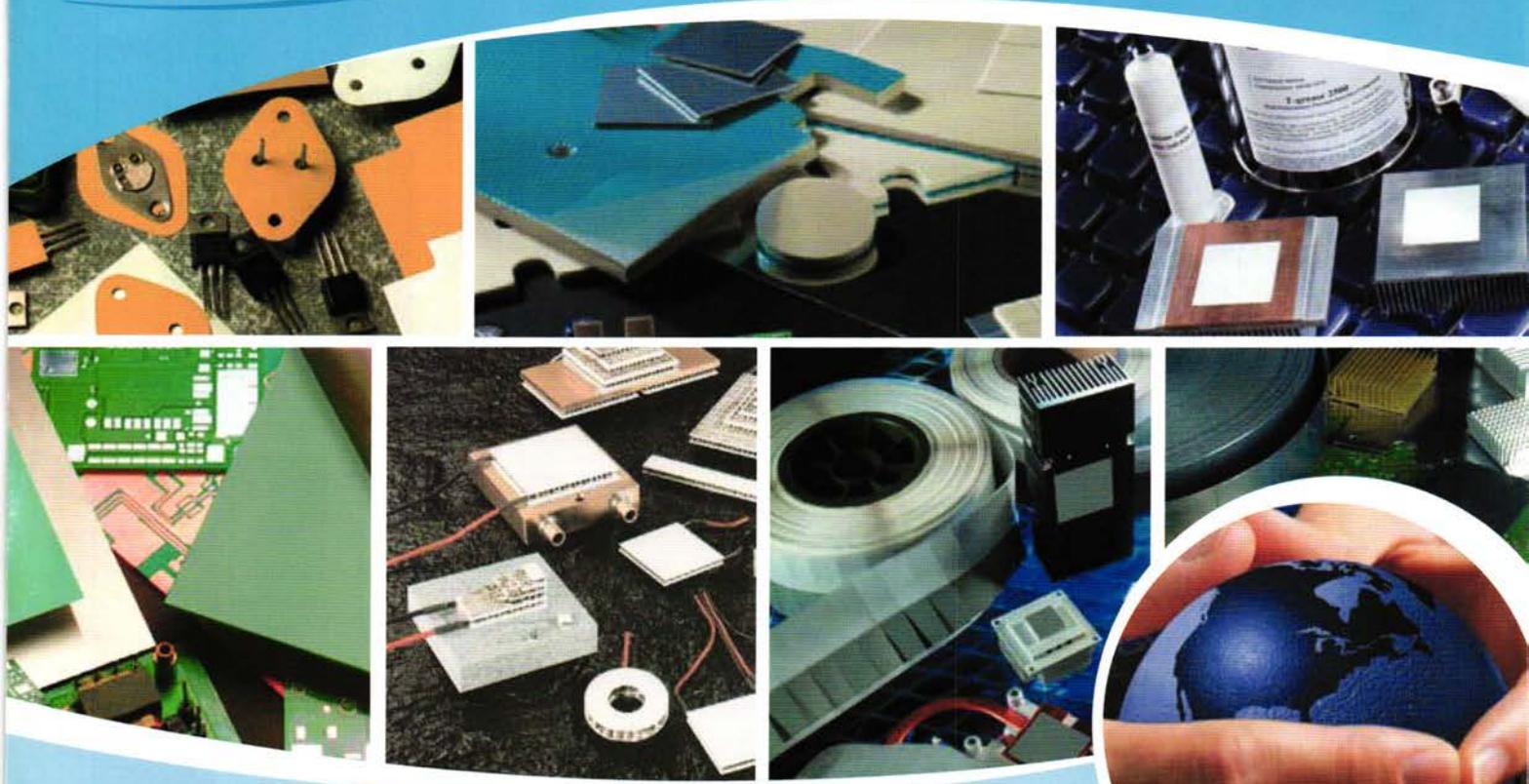


Laird
TECHNOLOGIES®



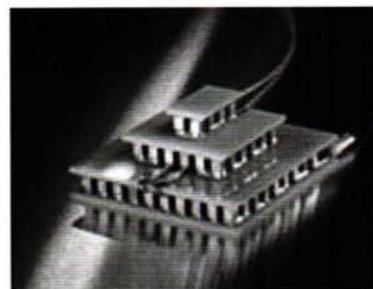
global solutions :
local support..

レアドテック社 総合カタログ

CHRONIX

目次

・レアドテック社プロフィールとサーモエレクトリックの概要	3
・サーモエレクトリックモジュールの利便性とアプリケーション	4
・サーモエレクトリック設計用ソフトウェアとスペック表示の読み方	5
・サーモエレクトリックモジュール(TEM)	6-11
CP シリーズ	6
サーマシリーズ	7
オプトシリーズ	8
ウルトラシリーズ	9
ポーラーシリーズ	9
センターホールシリーズ	10
マルチステージシリーズ	10
オプションとサービス	11
・サーモエレクトリックアセンブリの概要と製品ラインナップ	12
・サーモエレクトリックアセンブリの利便性とスペック表の読み方	13
・サーモエレクトリックアセンブリ(TEA)	14-21
Air-Air シリーズ	14-15
Direct-Air シリーズ	16-17
Direct-Liquid シリーズ	18
Liquid-Air シリーズ	19
Liquid-Liquid シリーズ	20
MRC シリーズ (再循環型冷却機)	21
・放熱対策製品	22-23
ギャップフィラー(T-pli, T-flex, T-puttyシリーズ)	22
サーマルグリス(T-greaseシリーズ)	22
フェーズチェンジシート(T-pcmシリーズ)	22
放熱絶縁材 (T-gardシリーズ)	23
放熱導電材(T-gonシリーズ)	23
放熱誘電体(T-pregシリーズ)	23
・EMI対策製品	24-25
FOFガスケット	24
基板実装用カバー	24
フィンガーガスケット	24
導電エラストマー	25
電磁波吸収体	25
ベントパネル	25
・その他レアドテック社製品	26
・サーモエレクトリックモジュール 技術資料	27-39
1. FAQ(よくある質問と回答)	27
2. 構造と機能	28-29
3. デバイス選択 (パラメータと設計/選択チェックリスト)	30-31
4. 信頼性	32
5. 装置の動作公式	33
6. 熱伝導計算式	34
7. 材料の一般特性	35
8. 組み立て説明書	36-39



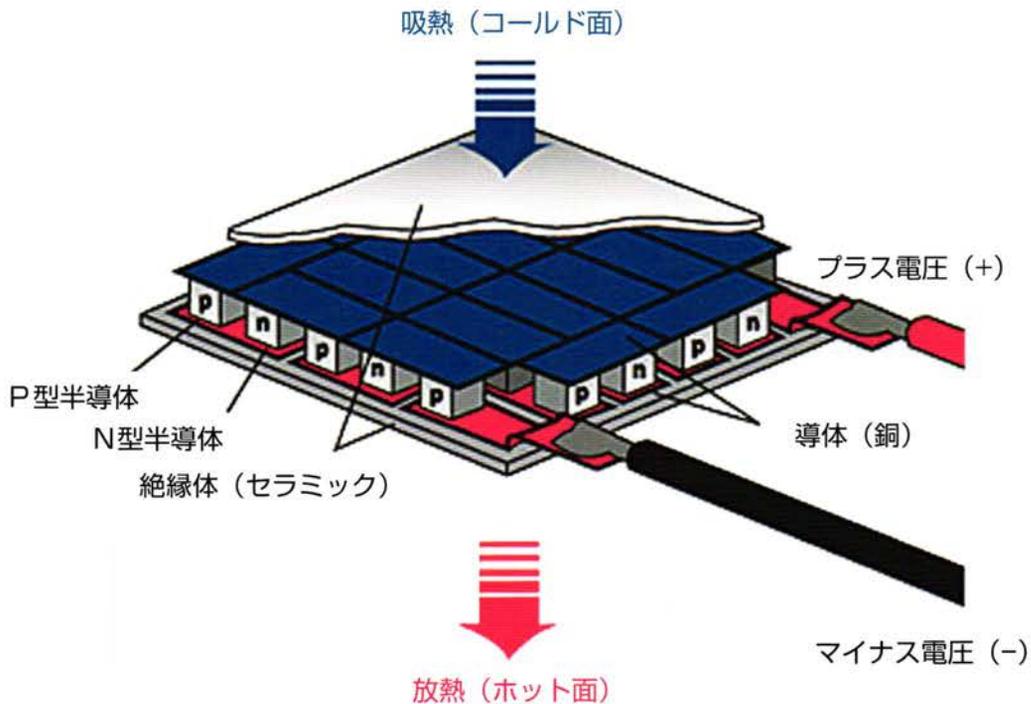
レアドテック社の概要

レアドテック社は米国ミズーリ州セントルイスに本社があり、サーモエレクトリックにおいて世界のリーダーであるメルコア社やアセンブリ技術に長けている スーパークール社などを買収・統合し、各種サーモエレクトリック製品を製造しています。また、2008年よりサーモエレクトリック製品の他、EMI対策部品などレアドテック社全ての製品を弊社にて取り扱うことになりました。



サーモエレクトリックの概要

サーモエレクトリックモジュール(TEM)は、ペルチェ効果を利用した固体(ソリッドステート)のヒートポンプです。動作時において、直流電流がTEMを流れる結果、熱が片面からもう一方の面へと移動し、コールド面とホット面ができます。一段型TEMは70℃の温度差(ΔT)を発生できます。多段型(カスケード)TEMでは131℃のΔTが可能です。また、TEMのヒートポンピングは数ミリWから300W以上までが可能です。



典型的一段型TEMは2枚のセラミックプレートとそれに挟まれたP型及びN型半導体ビスマス・テルライドにより構成される。半導体構成要素は電気的には直列に熱的には並列に相互接続されている。プラス電圧をN型熱素子に加えると、電子はP型からN型へと流れ、低温面は熱が吸収されるので温度が下がる。熱吸収(冷却)は電流と熱電対の数に比例する。熱は冷却器の高温面へと移動し、高温面で熱はヒートシンク及び周囲の気体へ放散される



TEMの利便性

レアドテックのTEMは次のような利便性があるため、様々な用途に効果的です。

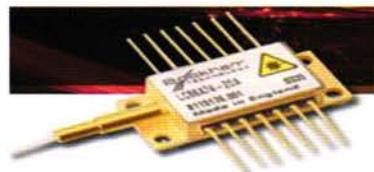
- ・ 正確な温度制御 (<0.1℃) が可能
- ・ 迅速で経済的な冷却が可能
- ・ スペース、サイズ、重量のコンパクト化
- ・ 信頼性の高いソリッドステートオペレーション---無騒音あるいは無振動(製品寿命は20万時間以上!)
- ・ 電氣的ノイズがほとんど発生しない
- ・ 直流電圧での動作可能
- ・ 電流方向により、加熱、冷却切り替え可能
- ・ 準小型タイプ、超小型タイプ、高性能コンパクトタイプなど、150以上の標準品※¹
- ・ 一段型TEMは70℃の温度差(ΔT)、多段(マルチステージ)型では最大で131℃の温度差が可能
- ・ 特許製品のサーマTEMは+225℃※²の環境下で冷却可能
- ・ TEMはすべてRoHS対応品、無鉛品
- ・ 設計用ソフトウェアがオンラインにて入手可能

※¹ カタログに掲載されていない標準品も多数ございます。ご希望の製品をお問い合わせください。

※² 連続使用の場合は165℃

アプリケーション

- ・ 光学用 - 赤外線検知器、校正用装置、レーザー冷却、サーマルイメージング
- ・ 通信用 - ポンプ・ダイオードレーザー、無線機器のパッケージング、基地局キャビネットクーラー
- ・ 産業用 - インクジェットプリンター、業務用プリンター
- ・ 業務用 - 自動販売機、エンクロージャ冷却器、印刷システム、ワインクーラー
- ・ メディカル - 臨床診断、液体クロマトグラフィー、メディカルレーザー、遠心分離機、PCR

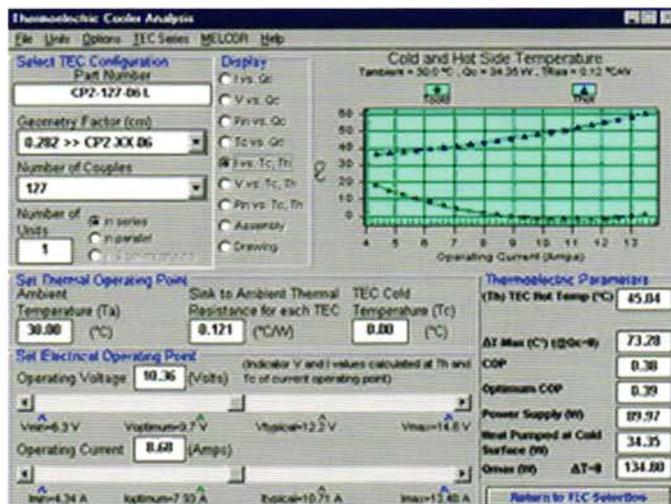
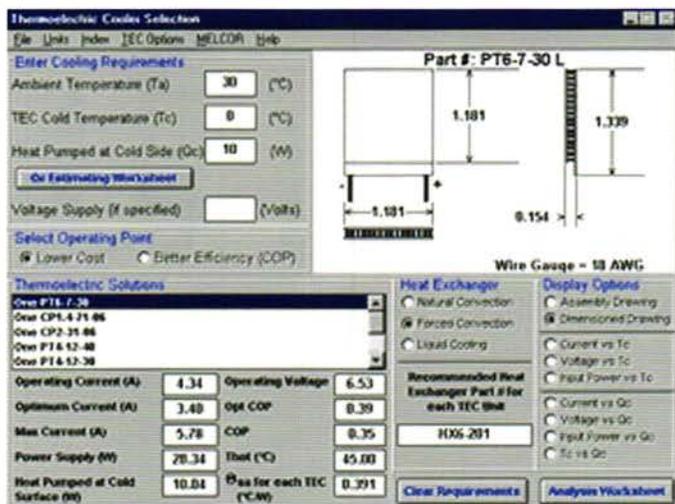
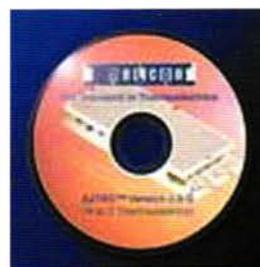


サーマル設計用ソフトウェア

AZTEC™ (A-Z Thermoelectric Design) software

サーモエレクトリック製品の世界的先進的メーカーであるリードテック社(旧メルコア社)が提供する便利で使いやすいWindowsベースのソフトウェアプログラムです。熱設計に必要なとされるステップを網羅したソフトウェアです。

※一部対応していない製品がございます。



入力したパラメータに基づいて、サーモエレクトリックモジュール(TEM)をある程度*選択可能です(※一部対応していない製品がございます)。

31ページの「設計/選択チェックリスト」を利用して弊社にご相談くだされば、最適なモジュールを推薦できます。

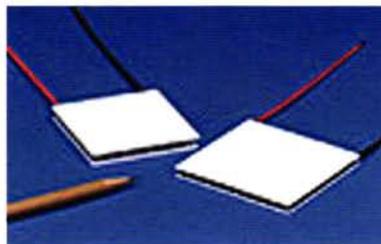
動作条件を入力すると、その条件下でのサーモエレクトリックモジュール(TEM)のパフォーマンスを再現することが可能です。

TEMスペック表の読み方

型番	T _H =25°C				N	寸法 (mm)			
	Q _{max} (W)	I _{max} (A)	V _{max} (V)	ΔT _{max} (°C)		A	B	C	D
CP08,31,06,L1,W4,5	4.4	2.1	3.8	67	31	12	12	12	3.4

- ◇ T_H = 動作時のTEM高温面の温度[°C]
- ◇ Q_{max} = コールド面で吸収できる最大熱量[W] ※ΔT=0, I_{max}時に発生
- ◇ I_{max} = ΔT_{max}における入力電流[A]
- ◇ V_{max} = ΔT_{max}における電圧[V]
- ◇ ΔT_{max} = TEMが達成できる最大の温度差[°C] ※I = I_{max}, Q_c = 0時に発生
- ◇ N = 熱電対(P型-N型ペア)の総数
- ◇ A,B,C = セラミックのサイズ
- ◇ D = TEM全体の厚さ ※標準品(L/L=両面非金属表面加工)の場合

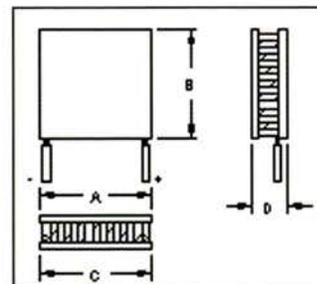
CPシリーズ



- ◇ 低価格、高性能
- ◇ 大電流設計、大容量ヒートポンプのアプリケーション向き
- ◇ 消費者製品・産業製品用の標準
- ◇ 計器類向けとして最適
- ◇ 業務用から軍用まで幅広いアプリケーションに最適

下記に掲載されていない製品もございますので、お気軽に弊社にご相談ください。

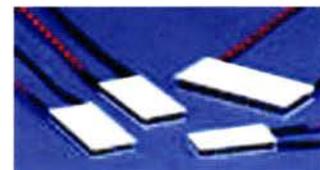
型番	T _H =25℃				N	寸法 (mm)			
	Q _{max} (W)	I _{max} (A)	V _{max} (V)	ΔT _{max} (℃)		A	B	C	D
CP08.31.06.L1.W4.5	4.4	2.1	3.8	67	31	12	12	12	3.4
CP10.31.08.L1.W4.5	5.3	2.5	3.8	67	31	15	15	15	4
CP10.31.05.L1.W4.5	8.2	3.9	3.8	67	31	15	15	15	3.2
CP14.31.10.L1.W4.5	8.2	3.9	3.75	68	31	20	20	20	4.7
CP08.63.06.L1.W4.5	9	2.1	7.6	67	63	12	25	12	3.4
CP10.63.06.L1.W4.5	12.7	3	7.6	67	63	15	30	15	3.6
CP10.71.06.L.W4.5	14.4	3	8.6	67	71	23	23	23	3.6
CP10.63.05.L1.W4.5	16.6	3.9	7.6	67	63	15	30	15	3.2
CP08.127.06.L1.W4.5	18.1	2.1	15.4	67	127	25	25	25	3.4
CP14.71.10.L1.W4.5	18.7	3.9	8.6	68	71	30	30	30	4.7
CP2.31.10.L1.W4.5	18.8	9	3.8	68	31	30	30	30	5.6
CP14.35.045.L1.W4.5	19	8.5	4.2	65	35	15	30	15	3.3
CP085.127.06.L1.W4.5	20.2	2.7	15.3	66	127	30	30	30	3.6
CP10.127.08.L1.W4.5	21.4	2.5	15.4	67	127	30	30	30	4
CP10.127.06.L1.W4.5	25.7	3	15.4	67	127	30	30	30	3.6
CP14.71.06.L1.W4.5	28.7	6	8.6	67	71	30	30	30	3.8
CP2.31.06.L1.W4.5	29.3	14	3.8	67	31	30	30	30	4.6
CP10.127.05.L1.W4.5	33.4	3.9	15.4	67	127	30	30	30	3.2
CP14.127.10.L1.W4.5	33.4	3.9	15.4	68	127	40	40	40	4.7
CP14.71.045.L1.W4.5	38.5	8.5	8.6	65	71	30	30	30	3.3
CP14.127.06.L1.W4.5	51.4	6	15.4	67	127	40	40	40	3.8
CP10.254.06.L1.W4.5	51.4	3.0/6.0	308/15.4	67	254	60	30	30	3.6
CP12.161.06.L1.W4.5	52.2	4.8	18.3	67	161	40	40	40	3.6
CP2.71.06.L1.W4.5	67	14	8.6	68	71	44	44	44	4.6
CP12.161.04.L1.W4.5	69.3	6.4	18.3	67	161	40	40	40	3.3
CP14.127.045.L1.W4.5	72	8.5	15.4	65	127	40	40	40	3.3
CP2.127.10.L1.W4.5	77.1	9	15.4	68	127	62	62	62	5.6
CP2.127.06.L1.W4.5	120	14	15.4	67	127	62	62	62	4.6



型番	線材サイズ (AWG)
CP08.ALL	26
CP10.ALL	24
CP12.ALL	18
CP14.ALL	18
CP20.ALL	18

すべてのCPシリーズの線材は、より線で114mm(4.5インチ)長、PVC絶縁です(CP5を除く)。

* CP_254_は4本のリードがあり、直列か並列に取り付けできます。スペック表に記載されている最大電圧(V_{max})と最大電流(I_{max})は、それぞれ「直列取付時/並列取付時」の値です。



注記:

- ・ Q_{max}の定格値はT_H=25℃, ΔT=0, 電流=I_{max}, 電圧=V_{max}時の値
- ・ 厚さは両面とも非金属加工の場合の値
- ・ インターフェイスとオプションについては11ページをご参照ください。
※ 12x12mm以上のサイズの両面はんだ付け(タイプTT)はお勧めできません。

サーマシリーズ

レアードテック社のサーマシリーズは、他のTEMでは耐えられない225℃*という高温下においても冷却できます。サーマシリーズはリーズナブルにレアードテック社の信頼度を提供いたします。冷却・過熱においてサーマシリーズは究極の高温TEMです。

- ◇ +225℃*で動作する独自の特許技術
- ◇ 余裕ある設計
- ◇ サイズ、電力、冷却能力の全レンジをカバー
- ◇ 優れた循環能力
- ◇ リーズナブルな価格
- ◇ ソリッドステートの信頼性
- ◇ 丈夫なポーチ型の導線取付方式
- ◇ 廃熱により発電

PATENTED

*...連続使用の場合は165℃

US特許 5,817,188

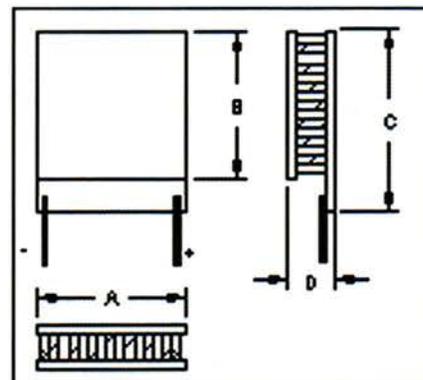
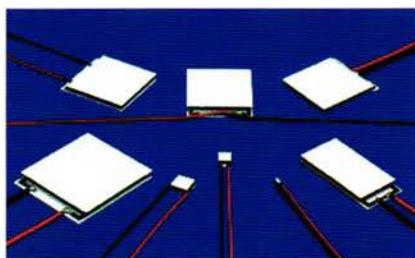


下記に掲載されていない製品もございますので、お気軽に弊社にご相談ください。

型番	T _H =25℃				T _H =125℃				N	寸法 (mm)				配線規格 (AWG)
	Q _{max} (W)	I _{max} (A)	V _{max} (V)	ΔT _{max} (℃)	Q _{max} (W)	I _{max} (A)	V _{max} (V)	ΔT _{max} (℃)		A	B	C	D	
HOT12,18,F2A,0606,11,W2,25	1.5	1.2	2.1	64	1.79	1.2	2.9	91	18	6	6.2	7.2	2.7	30
HOT12,65,F2A,1312,11,W2,25	5.3	1.2	7.8	64	6.47	1.2	10.5	91	65	13.2	12.1	13.2	2.7	30
HOT20,65,F2A,1312,11,W2,25	8.8	2	7.8	64	9.7	1.8	10.5	91	65	13.2	12.1	13.2	2.2	30
HT4,6,F2,2143,TA,W6	16	3.7	7.2	64	19	3.7	10.1	91	63	21	38	43	4.1	18
HT4,7,F2,3030,TA,W6	18	3.7	8.1	67	22	3.7	11.4	91	71	30	30	34	4.1	18
HT2,12,F2,3030,TA,W6	20	2.3	14.4	63	24	2.2	20.5	90	127	30	30	34	3.6	24
HT9,3,F2,2525,11,TA,W6	20	9.6	3.6	66	25	9.5	5	93	31	25	25	29	4.9	18
HT3,12,F2,3030,TA,W6	24	2.8	14.4	63	30	2.8	20.5	90	127	30	30	34	3.2	24
HT4,12,F2,4040,TA,W6	32	3.7	14.4	64	39	3.7	20.5	91	127	40	40	44	4.1	18
HT4,12,F2,3030,TA,W6	33	3.9	14.4	63	41	3.8	20.5	90	127	30	30	34	3.2	24
HT8,7,F2,3030,TA,W6	39	8.5	8.1	63	49	8.3	11.4	89	71	30	30	34	3.3	18
HT6,12,F2,4040,TA,W6	51	6	14.4	63	63	5.9	20.5	90	127	40	40	44	3.6	18
HT8,12,F2,4040,TA,W6	72	8.5	14.4	63	88	8.3	20.5	89	127	40	40	44	3.3	18

注記:

- ・ Q_{max}の定格値はT_H =25℃, ΔT=0, 電流=I_{max}, 電圧=V_{max}時の値
- ・ 厚さは両面とも非金属加工の場合の値
- ・ インターフェイスとオプションについては11ページをご参照ください
- ・ すべてのHOTシリーズの線材は、単線で50mm (2.0インチ)長の裸線です。
- ・ すべてのHTシリーズの線材は、より線で152mm (6.0インチ)長、テフロン絶縁です。



オプトシリーズ



- ◇ 超小型TEM
- ◇ 電子光学向け設計
- ◇ 通信・光学用での利用が多数
- ◇ パッケージアプリケーション

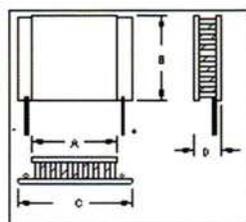
下記に掲載されていない製品もございますので、お気軽に弊社にご相談ください。

型番			T _H =25℃							寸法 (mm)				
内部はんだ温度			Q _{max} (W)	I _{max} (A)	V _{max} (V)	ΔT _{max} (℃)			N	A	B	C	D	
138℃	232℃	271℃				OT	ET	HOT						
OT	-	-	08.04.F0.0203.11.W2.25	0.22	0.8	0.5	67	-	-	4	1.8	3.4	3.4	2.4
OT	-	-	08.08.F0.0305.11.W2.25	0.44	0.8	0.9	67	-	-	8	3.3	3.3	4.9	2.4
OT	-	-	08.18.F0.0505.11.W2.25	0.97	0.8	2.2	67	-	-	18	4.9	4.9	6.6	2.4
OT	-	-	08.18.F2.0505.11.W2.25	0.97	0.8	2.2	67	-	-	18	5	5	6.7	2.4
OT	-	-	12.12.F0.0406.11.W2.25	0.97	1.2	1.5	67	-	-	12	4.2	6.2	6.2	2.7
OT	-	-	12.18.F0.0606.11.W2.25	1.46	1.2	2.1	67	-	-	18	6.2	6.2	8.3	2.7
OT	-	HOT	12.18.F2A.0606.11.W2.25	1.46	1.2	2.1	67	-	64	18	6	6.2	7.2	2.7
OT	-	-	20.12.F0.0406.11.W2.25	1.62	2	1.5	67	-	-	12	4.2	6.2	6.2	2.2
OT	-	-	08.32.F2.0707.11.W2.25	1.72	0.8	3.9	67	-	-	32	6.6	6.6	8.3	2.4
OT	-	-	15.30.F2A.0610.11.W2.25	3.03	1.5	3.6	67	-	-	30	6.2	10.3	12.3	2.1
OT	-	-	08.66.F0.1009.11.W2.25	3.6	0.8	7.9	67	-	-	66	9.8	8.9	11.4	2.4
OT	ET	-	20.30.F2A.0610.11.W2.25	4	2	3.6	67	67	-	30	6.2	10.3	12.3	1.8
OT	-	-	20.31.F1.0808.11.W2.25	4.2	2	3.7	67	-	-	31	8.1	8.1	8.1	2.2
-	-	HOT	20.31.F2A.0909.11.W2.25	4.2	2	3.5	-	-	64	31	8.8	8.8	11	2.2
-	ET	-	20.31.F1A.0909.11.W2.25	4.2	2	3.5	-	67	-	31	8.8	8.8	8.8	2.2
OT	-	-	20.32.F0.0808.11.W2.25	4.4	2	3.6	67	-	-	32	8.3	8.3	10.3	2.2
-	ET	-	19.35.F1N.0612.11.W2.25**	4.64	1.9	4.2	-	65	-	35	6	12.2	6	-
OT	-	-	12.66.F0.1211.11.W2.25	5.3	1.2	8	67	-	-	66	12.3	11.3	14.4	2.7
-	-	HOT	12.65.F2A.1312.11.W2.25	5.34	1.2	7.8	-	-	64	65	13.2	12.1	13.2	2.7
OT	-	-	15.66.F0.1211.11.W2.25	6.7	1.5	8	67	-	-	66	12.3	11.3	14.4	2.4
-	-	HOT	20.65.F2A.1312.11.W2.25	8.76	2	7.8	-	-	64	65	13.2	12.1	13.2	2.2
OT	-	-	20.66.F0.1211.11.W2.25	8.8	2	7.8	67	-	-	66	12.1	11.1	14.2	2.5

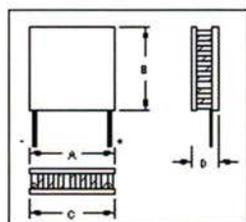
注記:

- ・ Q_{max}の定格値はT_H =25℃, ΔT=0, 電流=I_{max}, 電圧=V_{max}時の値
- ・ 厚さは両面とも非金属加工の場合の値
- ・ ** AlNセラミック製のET, 19.35, F1N, 0612を除いて、全ての製品はAl₂O₃が標準セラミックです。
- ・ インターフェイスとオプションについては11ページをご参照ください。

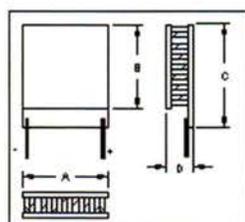
型番	線材サイズ (AWG)
08.ALL	24
12.ALL	24
15.ALL	18
19.ALL	24



F0タイプ



F1, F1A, F1Nタイプ



F2, F2Aタイプ

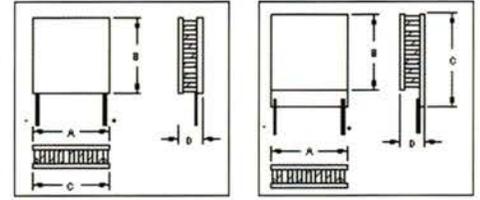
すべてのオプトシリーズの線材は、単線で50mm (2.0インチ) 長の裸線です。

絶縁つきのリード線はご用命により承ります。

ウルトラシリーズ

ウルトラシリーズはサーモエレクトリックテクノロジーの究極の製品です。材料技術を駆使して最高性能と効率を提供いたします。2007年に新たにZTシリーズが登場しました。

- ◇ 小さい表面積で大容量ヒートポンピング
- ◇ 温度差 (ΔT) を増強
- ◇ 効率を改善
- ◇ 丈夫なポーチ型の導線取付方式
- ◇ 熱放散増強のため大きなホット面



F1 (ポーチなし)

F2 (ポーチあり)

下記に掲載されていない製品もございますので、お気軽に弊社にご相談ください。

型番	$T_H=25^\circ\text{C}$				N	寸法 (mm)				配線規格 150mm長 (AWG)
	Q_{\max} (W)	I_{\max} (A)	V_{\max} (V)	ΔT_{\max} ($^\circ\text{C}$)		A	B	C	D	
ZT4.7.F1.2020.TA.W8	18.7	3.9	8	67	71	20	20	20	3.6	24
ZT6.7.F1.3030.TA.W8	31.8	6.6	8	67	71	30	30	30	3.9	22
ZT4.12.F1.3030.TA.W8	33.4	3.9	14.4	67	127	30	30	30	3.6	24
ZT4.12.F1.4040.TA.W8	33.8	3.9	14.4	67	127	40	40	40	4.8	22
ZT6.12.F1.4040.TA.W8	56.8	6.6	14.4	67	127	40	40	40	3.9	22
ZT5.16.F1.4040.TA.W8	61	5.6	18.2	67	161	40	40	40	3.7	22
UT8.12.F2.3030.TA.W6	69	7.9	14.4	69	127	30	30	34	2.6	20
ZT8.12.F1.4040.TA.W8	77.2	9	14.4	67	127	40	40	40	3.8	20
ZT7.16.F1.4040.TA.W8	79.2	7.3	18.2	67	161	40	40	40	3.3	22
UT11.12.F2.3030.TA.W6	95	11	14.4	69	127	30	30	34	2.4	22
UT15.12.F2.4040.TA.W6	126	14.6	14.4	69	127	40	40	44	2.8	20

注記:

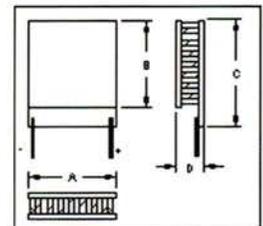
- ・ Q_{\max} の定格値は $T_H = 25^\circ\text{C}$, $\Delta T = 0$, 電流= I_{\max} , 電圧= V_{\max} 時の値
- ・ 厚さは両面とも非金属加工の場合の値
- ・ インターフェイスとオプションについては11ページをご参照ください。
- ・ F2 (ポーチ)タイプはH1/C1 (両面非金属加工仕上げ)のみ。

ポラーシリーズ

ポラーシリーズは大容量の商用向けで、コストが非常に厳しい大量生産品におすすめです。



- ◇ 低コスト
- ◇ ソリッドステートの信頼性
- ◇ 丈夫なポーチ型の導線取付方式
- ◇ サイズ、電力、冷却能力の全範囲をカバー



下記に掲載されていない製品もございますので、お気軽に弊社にご相談ください。

型番	$T_H=25^\circ\text{C}$				N	寸法 (mm)				配線規格 152mm長 (AWG)
	Q_{\max} (W)	I_{\max} (A)	V_{\max} (V)	ΔT_{\max} ($^\circ\text{C}$)		A	B	C	D	
PT6.7.F2.3030.TA.W6	29	6	8.1	65	71	30	30	34	3.8	18
PT4.12.F2.3030.TA.W6	33	3.9	14.4	65	127	30	30	34	3.2	24
PT4.12.F2.4040.TA.W6	32	3.7	14.4	67	127	40	40	44	4.1	18
PT6.12.F2.4040.TA.W6	52	6	14.4	65	127	40	40	44	3.8	18
PT8.12.F2.4040.TA.W6	72	8.5	14.4	64	127	40	40	44	3.3	18

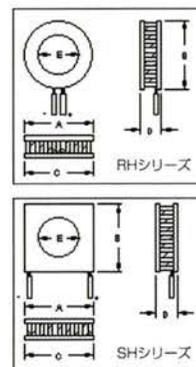
注記:

- ・ Q_{\max} の定格値は $T_H = 25^\circ\text{C}$, $\Delta T = 0$, 電流= I_{\max} , 電圧= V_{\max} 時の値
- ・ 厚さは両面とも非金属加工の場合の値
- ・ インターフェイスとオプションについては11ページをご参照ください。
- ・ すべてのPTシリーズの線材は、単線で152mm (6.0インチ)長のPVC絶縁です。

センターホールシリーズ



センターホールシリーズは、光・導線・プローブ・その他ハードウェアの伝達用としてあけられた穴が特徴で、外形は丸型と角型があります。



下記に掲載されていない製品もございますので、お気軽に弊社にご相談ください。

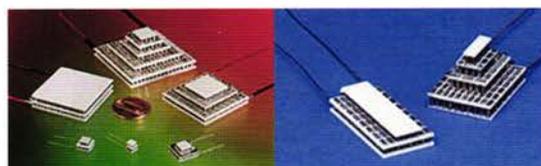
型番	T _H =25℃				N	寸法 (mm)					配線規格 1.4mm長 (AWG)
	Q _{max} (W)	I _{max} (A)	V _{max} (V)	ΔT _{max} (℃)		A	B	C	D	E	
RH14,14,10,L1,W4.5	3.7	3.9	1.7	68	14	26	26	26	4.7	14	18
RH14,14,06,L1,W4.5	5.7	6	1.7	67	14	26	26	26	3.8	14	18
RH14,32,06,L1,W4.5	12.9	6	3.9	67	32	44	55	55	3.8	27	18
SH10,23,06,L1,W4.5	4.7	3	2.8	67	23	15	15	15	3.6	7.2	24
SH08,28,05,L1,W4.5	4.9	2.6	3.9	67	28	14.7	10.3	14.7	3.1	4.4	26
SH10,125,05,L1,W4.5	32.9	3.9	15.2	67	125	30	30	30	3.2	3.6	24
SH14,125,10,L1,W4.5	32.9	3.9	15.2	68	125	40	40	40	4.7	4.7	18
SH14,125,06,L1,W4.5	50.7	6	15.2	67	125	40	40	40	3.8	4.7	18
SH14,125,045,L1,W4.5	67.7	8.5	15.2	65	125	40	40	40	3.3	4.7	18

注記

- ・ Q_{max}の定格値はT_H =25℃, ΔT=0, 電流=I_{max}, 電圧=V_{max}時の値
- ・ 厚さは両面とも非金属加工の場合の値
- ・ インターフェイスとオプションについては11ページをご参照ください。
- ・ すべてのSHおよびRHシリーズの線材は、より線で1.4mm(4.5インチ)長、PVC絶縁です。

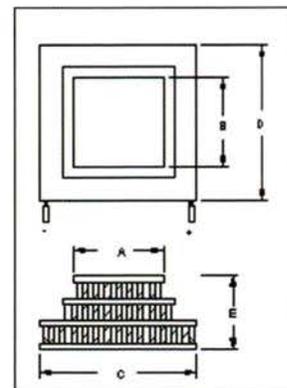
マルチステージシリーズ

- ◇ 大きな温度差(ΔT)が求められる場合に最適
- ◇ 低熱負荷アプリケーション(<10W)
- ◇ 超低温に達するには真空環境が必要
- ◇ カスタムデザイン可能



下記に掲載されていない製品もございますので、お気軽に弊社にご相談ください。

型番	T _H =25℃				寸法 (mm)				
	Q _{max} (W)	I _{max} (A)	V _{max} (V)	ΔT _{max} (℃)	A	B	C	D	E
MS2,010,06,06,11,11,11,W8	0.35	1.1	0.9	92	3.2	3.2	3.9	3.9	4.2
MS2,024,06,06,11,11,11,W8	0.81	1.1	2.2	92	4.1	4.1	6.1	6.1	4.6
MS2,049,10,10,15,15,11,W8	3.4	2.1	3.8	87	11.5	11.5	15	15	6.6
MS2,049,14,14,15,15,11,W8	6.6	4	3.8	87	15	15	20	20	7.2
MS2,107,10,10,12,12,11,W8	9.2	3	9.2	89	22.6	22.6	22.6	22.6	6.25
MS2,190,10,10,12,12,11,W8	16.4	2.8	15.7	87	30	30	30	30	6.5
MS2,192,14,20,11,18,11,W8	39.9	6.7	15.6	87	40	40	40	40	8.1
MS2,192,14,20,15,25,11,W8	27.3	4.4	16	88	40	40	40	40	8.1
MS3,070,20,25,11,W8	3	6.5	6.5	118	14	8	36	36	16
MS3,119,14,15,11,W8	7.5	3.9	8	100	15	15	30	30	10.4
MS3,119,20,15,11,W8	14.9	8	8.2	100	22	22	44	44	12.9
MS3,231,10,15,11,W8	6.9	1.9	15.5	104	15	15	30	30	9.5
MS4,115,14,15,11,W8	2.6	3.5	7.6	122	14.5	4.5	33	24	13.8
MS4,129,10,15,11,W8	1.9	1.8	8.2	115	8	8	23	23	12.5
MS5,257,10,15,11,W8	2	1.5	14.5	123	8	8	30	30	15.4



注記

- ・ Q_{max}の定格値はT_H =25℃, ΔT=0, 電流=I_{max}, 電圧=V_{max}時の値
- ・ 厚さは両面とも非金属加工の場合の値
- ・ インターフェイスとオプションについては11ページをご参照ください。

オプションとサービス

お客様のニーズに応じて様々なオプションとサービスをご提供しております。下記のオプションの他、厚さ許容値や配線材変更、カスタムデザインなど、ご希望があれば弊社にご相談ください。

表面仕上げオプション ホット面/コールド面 (両面または片面)	CP シリーズ (p.6)	サーマ シリーズ (p.7)	オプト シリーズ (p.8)	ウルトラ シリーズ (p.9)	ポラー シリーズ (p.9)	センターホール シリーズ (p.10)	マルチステージ シリーズ (p.10)
	CP	HT	OT,ET,HOT	UT,ZT	PT	SH, RH	MS
金属メッキ	M	-	HG/CG	H0/C0▲	-	M	M
非金属 (標準品)*	L, L1, L2, H1/C1, TA, TB*						
118℃のInSn予備はんだメッキ	T	-	H2/C2	H2/C2▲	-	T	T
138℃のBiSn予備はんだメッキ	-	-	H3/C3☆	-	-	-	-
183℃のPbSn予備はんだメッキ	-	-	H4/C4☆	-	-	-	-
93℃のInSnCd予備はんだメッキ	T93	-	H5/C5	H5/C5▲	-	T93	T93
防湿オプション	CP	HT	OT,ET,HOT	UT	PT	SH, RH	MS
シリコンシール (半透明)	-RTV	-RTV	-RTV	-RTV	-RTV	-RTV☆	-RTV☆
エポキシシール (黒)	-EP	-EP	-EP	-EP	-EP	-EP☆	-EP☆
コンフォーマルコーティング (透明)	-EC	-EC	-EC	-EC	-EC	-EC	-EC

▲ = F1タイプのみ適用可能

例: CP10, 127, 05, TL, W4.5

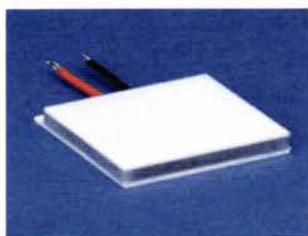
= [ホット面] 118℃InSn予備スズメッキ, [コールド面] 非金属加工
CP10, 127, 05, L1, RTV, W4.5 = シリコンシール

☆ = シリーズ中すべてのデバイスに適用できない場合がありますので、弊社にお問い合わせ下さい。

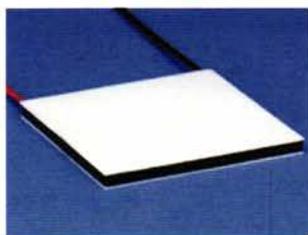
※ = TEMの種類や厚さ許容値によりいずれかのオプション型番、あるいは何もつかない場合がありますが、標準品はすべて非金属です。

詳しくは弊社にお問い合わせ下さい。

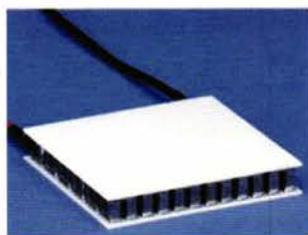
防湿オプション



シリコンシール(RTV)=この周囲保護シールは幅広い温度範囲で伸縮性を維持します。この非腐食性保護材は優れた電気的特性と紫外線・薬品・天候に対する耐久性を持っています。(使用温度範囲=-60℃~+204℃)



エポキシシール(EP)=電子機器充填用低密度(軽量)シンタックス泡状エポキシ樹脂の周囲保護シールです。この処理により材料は完全に一体化し、湿気の進入はほとんどなくなります。防湿材の誘電率・熱拡散定数・処理後の収縮も小さいです。シール材に含まれている微細な気泡が余計な熱伝達を防ぎます。(使用温度範囲=-40℃~+130℃)



コンフォーマルコーティング(EC)=コンフォーマル(高密着)コーティングは透明なエポキシ樹脂に材料を浸す汎用表面コーティングです。これは腐食保護や高絶縁抵抗処理のための電子部材のコーティングに使用され、周囲保護シールではありませんのでRTV(シリコンシール)と併用可能です。(使用温度範囲=-55℃~+150℃)

サーモエレクトリックアセンブリ (TEA) とは

TEA(Thermoelectric Assemblies)はペルチェ効果を利用したレアドテック社TEMソリッドステート・ヒートポンプを応用したものです。電流の方向を変えたり(直流給電品の場合)、ヒーティングオプションを選択することによって(交流給電品の場合)、加熱器にも冷却器にもなります。TEAは空気、液体、あるいは直接デバイスを加熱・冷却するように設計されています。冷却能力の容量は12Wから600Wまでです。直流給電、交流給電どちらのアセンブリも可能です。交流給電型TEAの特徴はデジタル温度制御で、全種の温度制御系機能は直流給電型TEAでも利用可能です。アプリケーションは電子機器用キャビネット、分析用機器、業務用冷蔵、食品輸送用ボックス、レーザー、熱循環、マイクロ波やレーザー熱療法における細胞組織の冷却、処理用流体の過熱・冷却です。

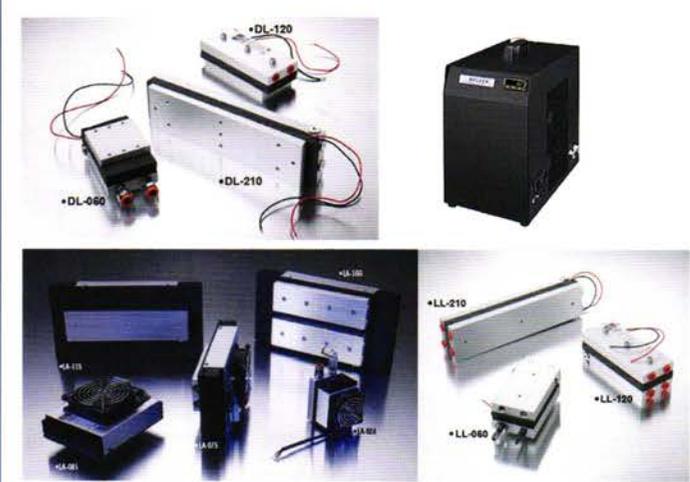
TEAの製品ラインナップ



ソリッドステートエアコン:
AA シリーズ: Air - Air (空気-空気)



ヒートポンプアセンブリ:
DA シリーズ: Direct - Air (材料-空気)



水冷チラー:
DL シリーズ: Direct - Liquid (材料 - 液体)
LA シリーズ: Liquid - Air (液体 - 空気)
LLシリーズ: Liquid - Liquid (液体 - 液体)
MRCシリーズ: 再循環冷却機

TEAの利便性

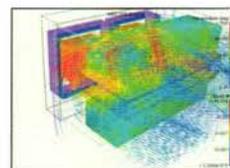
レアードテック社のTEAは次のような利便性があります。

- ◇ サーマエレクトリックアセンブリのリーダー（屋外自動機器市場）
- ◇ 幅広い標準品
- ◇ 工業用タイプTEA最大のメーカー
- ◇ コンパクトでコストパフォーマンスが良い
- ◇ 高COP設計
- ◇ 最大レンジの温度制御系
- ◇ 自社内でTEMを設計・製造する能力
- ◇ 世界中で製造・販売



温度管理サポート

- ◇ 設計センターはGothenburg(スウェーデン)、Cleveland(米国)、Shenzhen(中国)
- ◇ 運用はGothenburgとShenzhen
- ◇ 全世界にアプリケーションエンジニアを配置
- ◇ 環境試験チャンバーでの試験
- ◇ コンピュータによる流体力学分析



TEAスペック表の読み方

型番 -V*-	最大 冷却容量 (W)	性能曲線 タイプ	電流 (A)	入力電源 (W)	最大 周辺温度 (°C)	重量 (kg)	寸法(mm)					
							Lw	Lc	Ww	Wc	Hw	Hc
AA-019-12-22	21	B	2.3	28	52	0.3	80	60	60	40	63	38

・* = 型番上に標準電圧記載(上記の場合は12V)

・最大冷却容量(Cooling Power max, Pc max) = TEAが吸収できる最大熱量(W)

・性能曲線タイプ = 最大冷却容量(Pc max)と温度差(ΔT)の関係グラフにおいて、製品に該当する線のタイプ

AAシリーズ

筐体の中の空気を冷却(あるいは加熱)します。ファンを備えたエンクロージャによって熱が吸収・放散されます。取付方法は穴を開けて差し込むだけで、どの側面からでも実装可能です。

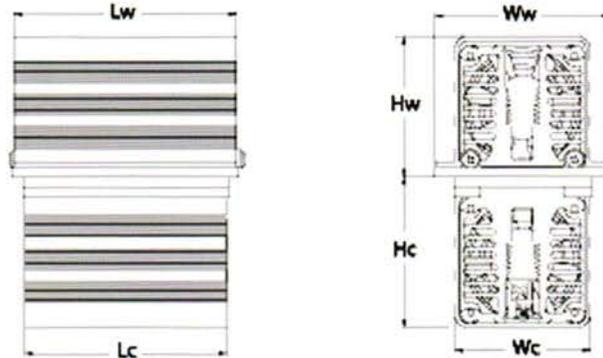
- ◇ 豊富なサイズと種類
- ◇ 冷却容量は20W~193Wまで
- ◇ 屋外使用可能製品あり*¹
- ◇ 直流 12V/24V/48V*²
- ◇ 交流 115V/230V
- ◇ 事実上メンテナンスフリー
- ◇ アプリケーション・・・冷却装置、分析装置、業務用冷蔵、食品輸送用ボックス

*¹ AA-60, 100, 150, 200はIP54(外部実装用保護)を適用可能

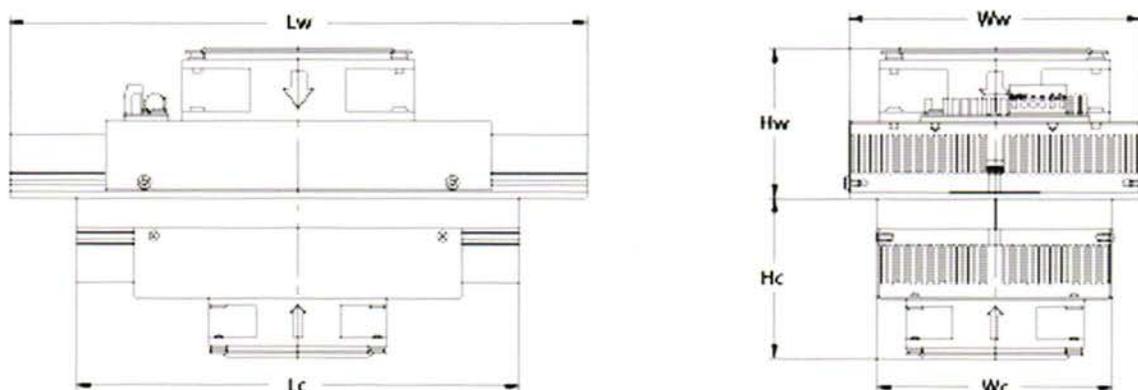
*² 直流48V設計はIP54付AA-100, 150, 200にのみ適用可能



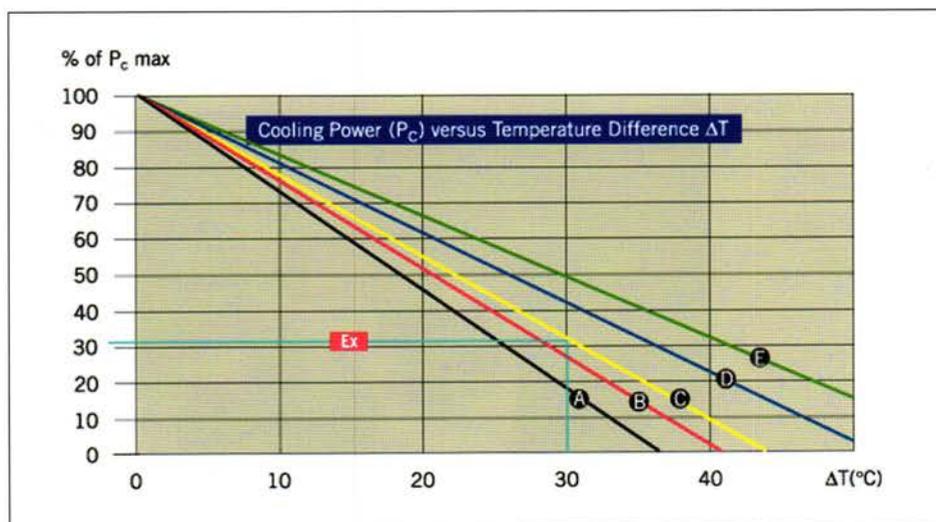
寸法図(AA-026, AA-033)



寸法図(AA-034~AA-200)



性能曲線 (最大冷却容量と温度差)



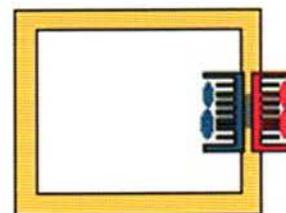
% of P_c max = 最大冷却容量のパーセンテージ

$\Delta T(^{\circ}C)$ = 温度差

Ex =例: 周辺温度 $32^{\circ}C$ で空間を $2^{\circ}C$ ($\Delta T=30^{\circ}C$)に冷却する場合、AA-100-24-22 (グラフCタイプ)は最大冷却容量(P_c max)の32%で冷却するので、 P_c は $32.6W$ ($\pm 10\%$)となります。

$$P_c = 102 \times 0.32 = 32.6W (\pm 10\%)$$

AAシリーズの働き



エンクロージャ内の空気は冷却され熱は周囲の空気へと放散されます。

仕様

型番 -V*-	最大 冷却容量 (W)	性能曲線 タイプ	電流 (A)	入力電源 (W)	最大 周辺温度 ($^{\circ}C$)	重量 (kg)	寸法(mm)					
							Lw	Lc	Ww	Wc	Hw	Hc
AA-019-12-22	21	B	2.3	28	52	0.3	80	60	60	40	63	38
AA-024-12-22	25	A	2.4	29	51	0.6	100	80	80	60	63	55
AA-026-12-22	25	D	3.7	44	39	1	107	97	84	65	72	67
AA-033-12-22	32	A	3.7	44	48	1.4	180	97	84	65	71	67
AA-034-12-22	33	A	3.5	42	49	0.9	120	100	100	80	64	57
AA-040-12-22	41	C	6.3	76	48	1.8	160	120	122	102	71	76
AA-040-24-22	39	C	2.6	62	52	1.8	160	120	122	102	71	76
AA-060-12-22	58	B	6.2	74	51	2.5	230	180	122	102	71	81
AA-060-24-22	58	B	3.1	74	51	2.5	230	180	122	102	71	81
AA-070-24-22	71	A	3.8	91	48	2.5	230	180	122	102	71	81
AA-100-24-22	102	C	5.6	134	49	4	300	230	152	122	78	83
AA-150-24-22	143	A	7.9	190	48	4.1	300	250	180	152	84	83
AA-200-24-22	193	C	11.3	271	46	7	400	350	180	152	89	89
AAC050-24-22	49	E	4.7	113	47	2.7	230	180	122	102	71	80

注記:

・*型番上に標準電圧記載 (12Vあるいは24V)

・周辺温度 $32^{\circ}C$ で標準電圧時の値(公差 $\pm 10\%$)

Direct - Air

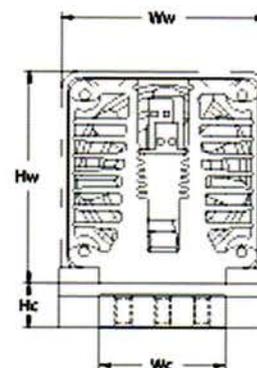
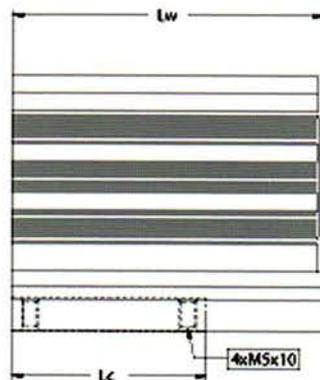
DAシリーズ

筐体の壁面全体を直接冷却（あるいは加熱）します。コンパクト設計のため、温度コントローラなど、既存の器具と併用できます。エンクロージャ、液体、物体を直接冷却できる万能品です。平坦面にネジで簡単に取付けられます。

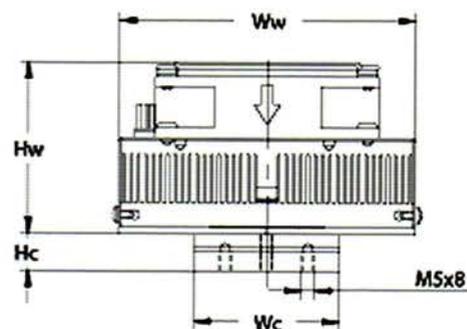
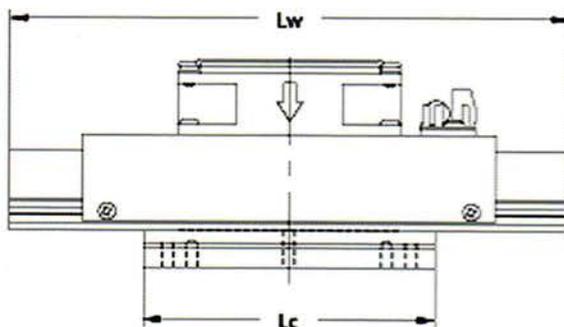


- ◇ 豊富なサイズと種類
- ◇ 冷却容量は12W～160Wまで
- ◇ 直流 12V/24V
- ◇ アプリケーション…冷却装置、分析装置、レーザー、業務用冷蔵

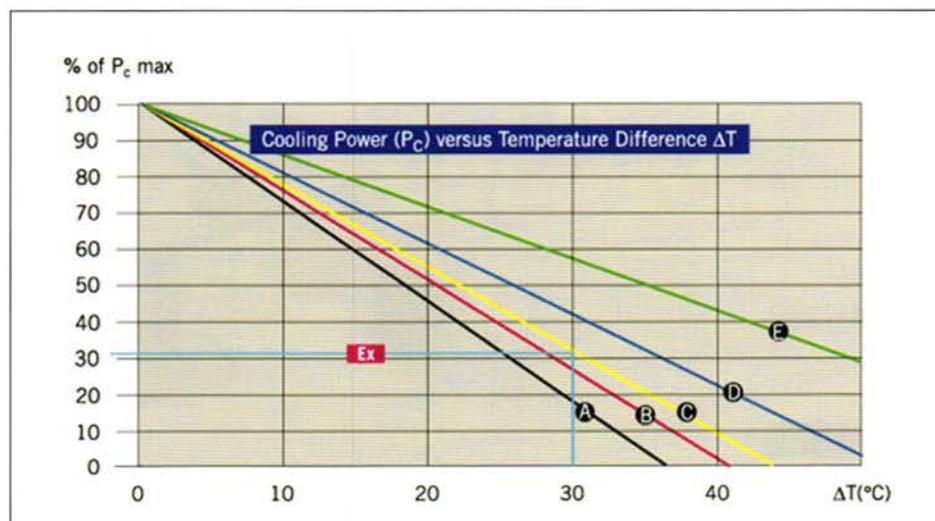
寸法図(DA-020, DA-038)



寸法図(DA-)



性能曲線 (最大冷却容量と温度差)



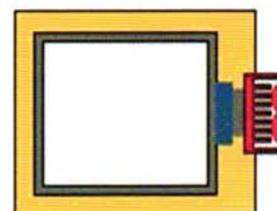
% of P_c max = 最大冷却容量のパーセンテージ

ΔT (°C) = 温度差

Ex =例: 周辺温度32°Cで空間を2°C ($\Delta T=30^\circ\text{C}$)に冷却する場合、DA-075-24-02 (グラフCタイプ)は最大冷却容量(P_c max)の32%で冷却するので、 P_c は22.7W ($\pm 10\%$)となります。

$$P_c = 71 \times 0.32 = 22.7\text{W} (\pm 10\%)$$

DAシリーズの働き



筐体の壁面全体(例:小型エンクロージャのアルミ壁面およびプロセッサの表面)を直接冷却して熱は周囲の空気中へと放散される。

仕様

型番 -V*-	最大 冷却容量 (W)	性能曲線 タイプ	電流 (A)	入力電源 (W)	最大 周辺温度 (°C)	重量 (kg)	寸法(mm)					
							Lw	Lc	Ww	Wc	Hw	Hc
DA-014-12-02	12	D	1.8	22	44	0.2	60	50	40	30	42	11
DA-020-12-02	19	C	2.7	32	44	0.6	97	62	65	40	68	14
DA-024-12-02	24	C	2.4	29	48	0.3	80	60	60	40	56	13
DA-034-12-02	34	B	2.6	31	46	0.5	100	60	80	40	58	14
DA-038-12-02	38	A	3.6	43	43	1.2	180	62	65	40	67	14
DA-044-12-02	42	B	3.8	46	46	0.6	120	60	100	40	59	13
DA-045-12-02	48	D	6.1	73	46	1.2	160	60	122	60	71	15
DA-045-24-02	45	D	2.5	60	50	1.2	160	60	122	60	71	15
DA-075-12-02	71	C	7.2	86	49	1.7	230	120	122	60	71	20
DA-075-24-02	71	C	3.7	89	49	1.7	230	120	122	60	71	15
DA-115-24-02	113	C	5.8	139	47	2.9	300	220	152	60	78	16
DA-135-24-02	135	A	6.9	166	42	2.9	300	220	152	60	78	16
DA-160-24-02	160	B	7.4	178	46	3.5	300	180	152	130	84	16
DAC035-12-02	31	E	4.8	58	54	1.2	160	60	122	60	71	20
DAC060-24-02	58	E	4.6	110	48	1.8	230	120	122	60	71	20

注記:

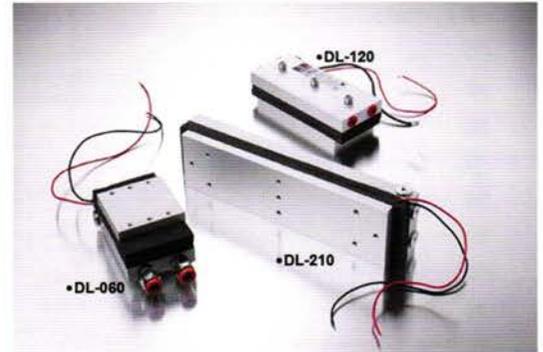
・型番上に標準電圧記載(12Vあるいは24V)

・周辺温度32°Cで標準電圧時の値(公差 $\pm 10\%$)

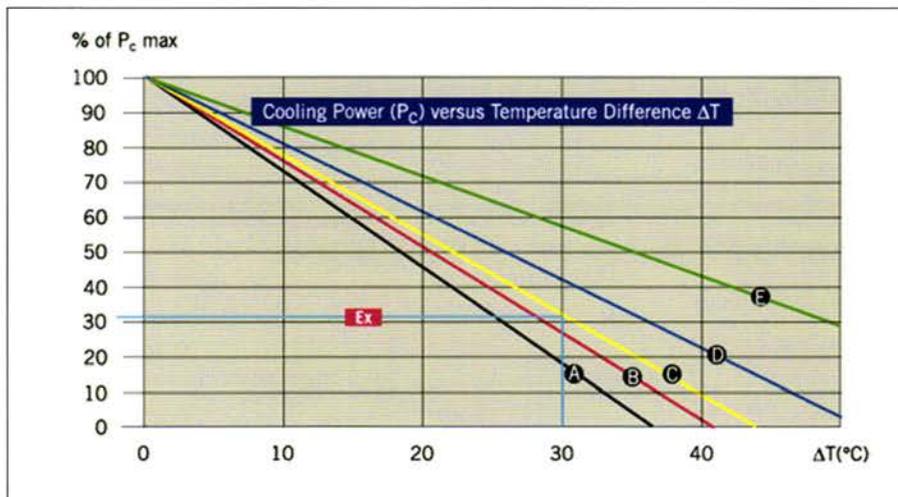
Direct - Liquid

DLシリーズ

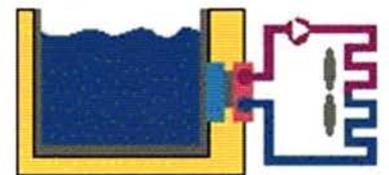
- ◇ 3種類のみ
- ◇ コンパクト設計
- ◇ 冷却容量は59W~207Wまで
- ◇ アプリケーション
 - …電子部品の温度変動、分析装置、レーザー冷却



性能曲線 (最大冷却容量と温度差)

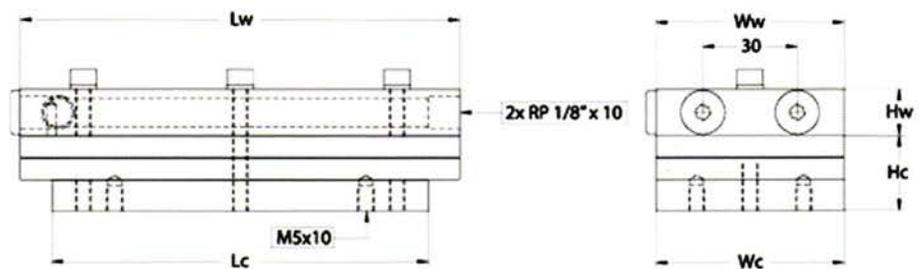


DLシリーズの働き



筐体の一側面を直接冷却(更に他の物質も冷却)して熱は液体へ拡散される。

寸法図(DA-)



仕様

型番 -V*-	最大 冷却容量 (W)	性能曲線 タイプ	電流 (A)	入力電源 (W)	最大 周辺温度 (°C)	重量 (kg)	寸法(mm)					
							Lw	Lc	Ww	Wc	Hw	Hc
DL-060-12-00	59	C	4.2	50	63	0.4	100	60	60	60	15	24
DL-120-24-00	122	C	4.2	101	62	0.7	140	120	60	60	15	24
DL-210-24-00	207	C	8.1	194	62	1.3	240	220	60	60	15	24

注記:

- ・*型番上に標準電圧記載(12Vあるいは24V)
- ・周辺温度32°Cで標準電圧時の値(公差±10%)

Liquid - Air

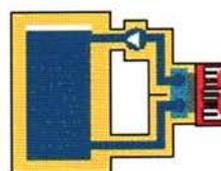
LAシリーズ

ヒートシンクに流れる液体やガスを冷却（あるいは加熱）します。コンパクト設計のため既存の器具と併用できます。大きいサイズのものには温度コントローラを取り付けられます。

- ◇ 5種類
- ◇ 冷却容量は24W～160Wまで
- ◇ 直流 12V/24V
- ◇ この原理は循環型冷却器で使用
- ◇ 最小限のメンテナンス
- ◇ アプリケーション
 - ・ レーザーやマイクロ波熱療法
 - ・ ハイパワーレーザーや精密機器の冷却

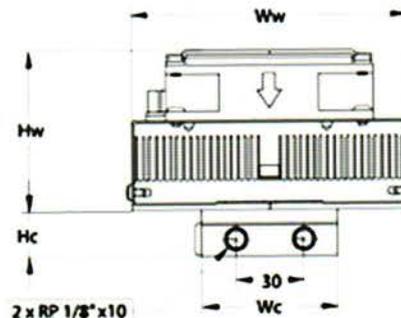
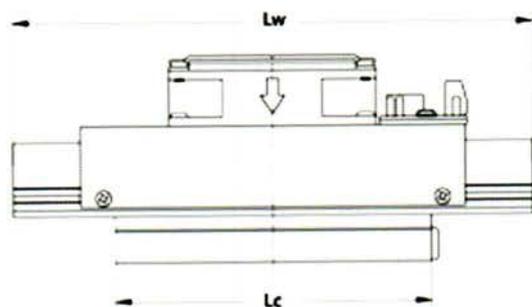


LAシリーズの働き



液体回路は徐々に冷却され、熱は周囲の空气中へ拡散される。

寸法図(LA-)



仕様

型番 -V*-	最大 冷却容量 (W)	性能曲線 タイプ	電流 (A)	入力電源 (W)	最大 周辺温度 (℃)	重量 (kg)	寸法(mm)					
							Lw	Lc	Ww	Wc	Hw	Hc
LA-024-12-02	24	B	2.4	29	48	0.4	80	80	60	60	64	15
LA-045-12-02	43	B	4.1	49	52	1.3	160	100	122	60	71	20
LA-075-24-02	71	B	3.7	89	49	1.8	230	140	122	60	71	20
LA-115-24-02	113	B	5.8	139	47	3	300	240	152	60	78	20
LA-160-24-02	160	A	7.4	178	46	3.5	300	200	152	136	84	20

注記:

- ・*型番上に標準電圧記載(12Vあるいは24V)
- ・周辺温度32℃で標準電圧時の値(公差±10%)
- ・性能曲線はp.20(LLシリーズの性能曲線)をご参照ください。

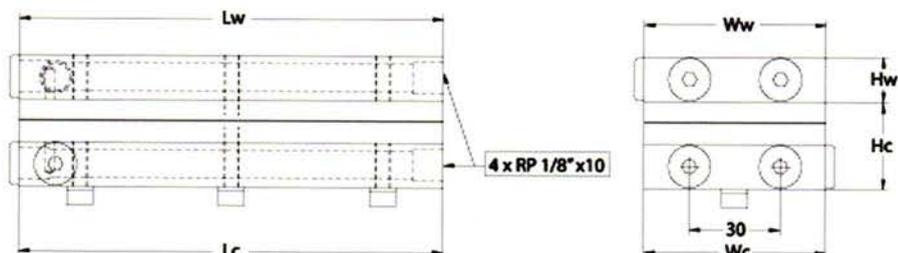
Liquid - Liquid



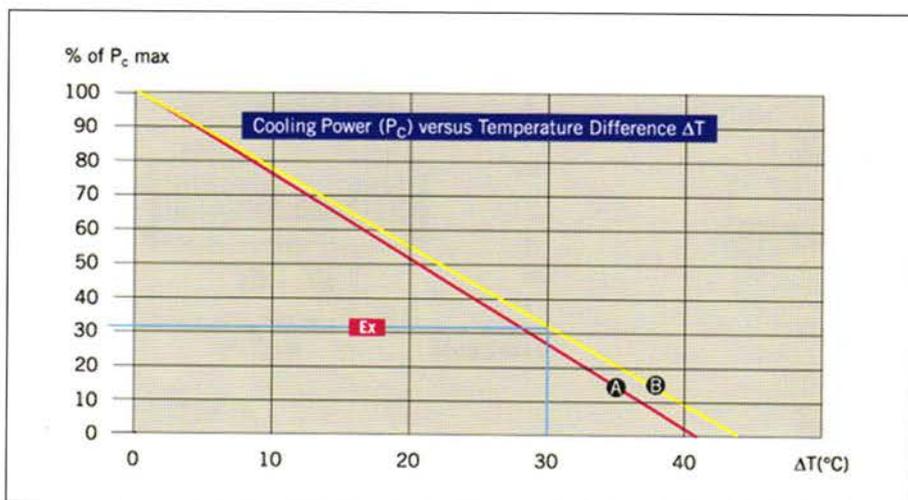
LLシリーズ

- ◇ 3種類のみ
- ◇ コンパクト設計
- ◇ 冷却容量は61W~208Wまで
- ◇ アプリケーション
 - …医療用分析装置、臨界流体の冷却・加熱

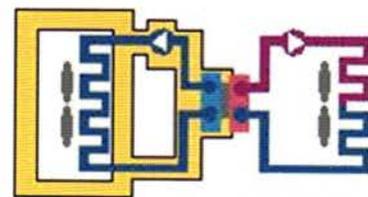
寸法図(LL-)



性能曲線 (最大冷却容量と温度差)



LLシリーズの働き



液体回路は徐々に冷却され、熱は熱交換機やタップから液体へと放散される。

仕様

型番 -V*-	最大 冷却容量 (W)	性能曲線 タイプ	電流 (A)	入力電源 (W)	最大 周辺温度 (°C)	重量 (kg)	寸法(mm)					
							Lw	Lc	Ww	Wc	Hw	Hc
LL-060-12-00	61	B	4.2	50	63	0.5	100	100	60	60	15	29
LL-120-24-00	122	B	4.2	101	62	0.8	140	140	60	60	15	29
LL-210-24-00	208	B	8.1	194	62	1.4	240	240	60	60	15	29

注記:

- ・*型番上に標準電圧記載(12Vあるいは24V)
- ・周辺温度32°Cで標準電圧時の値(公差±10%)

Recirculating Chillers

再循環型冷却機

MRCシリーズはレーザー、医療用映像装置、半導体処理など、幅広いアプリケーションで設計されています。

- ・TEMベースの動作
- ・ベンチトップで19インチのラックマウント型
- ・正確な温度制御
- ・コンパクトで静か
- ・メンテナンス不要
- ・世界共通のVAC入力
- ・容量/オプション/アクセサリなど、広範囲な選択肢



MRC	_____	_____	HT	DV	_____
	冷却容量	デジタル コントローラ*	ヒーティング オプション	電圧	コード選択
	150 = 150W	DH2 = RS232	HT = あり	Dual Voltage (115/230VAC)	A = 115 VAC (North American) 
	300 = 300W	DH4 = RS485	空欄 = なし		N = 230 VAC (North American) 
		*精度±0.16°C			E = 230 VAC (European) 

型番	MRC150DH2-HT-DVA	MRC300DH2-HT-DVA
加熱容量(ヒーティングオプション)	125 W (426 BTU/HR)	250 W
冷却容量	151 W (515 BTU/HR)	299 W (1020 BTU/HR)
入力電圧	100-240 VAC (88-264 VAC Max)	100-240 VAC (90-264 VAC Max)
動作温度範囲※	40°F to 113°F (4.4°C to 45°C)	40°F to 113°F (4.4°C to 45°C)
制御温度範囲※	35°F to 104°F (2°C to 40°C)	35°F to 104°F (2°C to 40°C)
入力電源	228 W	548 W
動作電流 (115 VAC/230 VAC)	2.6 amps / 1.3 amps	6.1 amps / 3.0 amps
重量	27 lbs (12.2 kg)	30 lbs (13.6 kg)
温度制御の精度	±0.1°C	±0.1°C
タンク容量	0.07 gallons (250 ml)	0.08 gallons (300 ml)
液体容量	0.10 gallons (375 ml)	0.12 gallons (450 ml)
周波数	50/60 Hz	50/60 Hz
寸法 (H x W x D)	12.23" x 7.81" x 15.15"	15.39" x 8.43" x 13.31"

※より広範囲な温度範囲をご希望の場合は当社にご相談ください。



ギャップフィラー

高い熱伝導率と柔軟性を備えた、様々な厚さのギャップフィラーを提供いたします。

T-pli 低圧力での最高熱伝導

T-flex 柔軟性を重視

T-putty 超圧縮性

型番	T-pli200	T-flex200V0	T-flex300	T-flex500	T-flex600	T-putty502	T-putty504
熱伝導率(W/mK)	6	1.5	1.2	2.5	3	3	1.8
荷重たわみ率 50psi(3.5kg/cm ²)時	6%	25%	48%	30%	40%	50%	N/A
厚さ	0.010"(0.25mm)- 0.200"(5.08mm)	0.020"(0.50mm)- 0.200"(5.08mm)	0.020"(0.50mm)- 0.200"(5.08mm)	0.020"(0.50mm)- 0.200"(5.08mm)	0.020"(0.50mm)- 0.200"(5.08mm)	0.020"(0.50mm)- 0.200"(5.08mm)	0.020"(0.50mm)- 0.200"(5.08mm)
価格	高価	非常に安価	安価	標準的	高価	高価	お問い合わせください

psi=平方インチあたりの圧力

サーマルグリス

レアドテック社サーマルグリスは熱伝導率が高く、接合部の厚みも最小限で、濡れ性にもすぐれています。

型番	T-grease880	T-grease2500	T-grease1500
熱抵抗(°C-in ² /W) 50psi時	0.009	0.017	0.020
熱伝導率(W/mK)	3.1	3.8	1.2
粘性(cps)	<1,500,000	<2,500,000	<1,500,000
最大動作温度(°C)寸法(H x W x D)	150	150	125



psi=平方インチあたりの圧力



フェーズチェンジシート

室温ではシート状で、50°C前後で軟化する(グリス状になる)、グリスの作業性を向上させたユニークなサーマルインターフェイス材です。熱伝導率が高く、接合部の厚みも最小限で、濡れ性にもすぐれています。様々な素材、厚みをご提供致します。

型番	T-pcm583	T-pcm585	T-pcm588*	T-pcm5810*	T-pcmHP105	T-pcmFSF52	T-pcm905C*
熱抵抗(°C-in ² /W) 10psi時	0.019	0.020	0.020	0.020	0.035	0.042	0.048
熱抵抗(°C-in ² /W) 50psi時	0.013	0.013	0.013	0.013	0.028	0.030	0.029
厚さ	0.003" (0.076mm)	0.005" (0.127mm)	0.008" (0.200mm)	0.010" (0.250mm)	0.005" (0.127mm)	0.005" (0.127mm)	0.005" (0.127mm)
熱伝導率(W/mK)	3.8	3.8	3.8	3.8	0.7	0.9	0.7
最大動作温度(°C)	125	125	125	125	125	200	125
フェーズチェンジ温度(°C)	50~70	50	50	50	50~70	52	50~70

psi=平方インチあたりの圧力

* 熱抵抗値が更に低いタイプもございます。

* 他の厚さもございます。



放熱絶縁材

- ・絶縁性能が高いのでシートを極薄化可能
- ・フィルム入りなので絶縁性が安定し、機械強度が強い
- ・ガラス繊維入りは絶縁性に優れ、熱抵抗がより低い

型番	T-gardK52*	T-gard20	T-gard5000	T-gard3000	Tgard210*	T-gard500
耐電圧(V) 50mmプローブ	6000	9000	>6000	>6000	>6000	>6000
熱抵抗(C-in ² /W) 50psi(345kPa)時	0.230	0.600	0.350	0.450	0.200	0.450
厚さ	0.003" (0.076mm)	0.003" (0.076mm)	0.005" (0.127mm)	0.005" (0.127mm)	0.010" (0.254mm)	0.009" (0.230mm)
材料構成	フィルム基材 フェーズチェンジ	フィルム基材 フェーズチェンジ	フィルム基材 シリコンシート	フィルム基材 シリコンシート	ガラス繊維基材 シリコンシート	ガラス繊維基材 シリコンシート
動作温度(℃)	-60~150	-60~150	-60~180	-60~180	-60~180	-60~180

psi=平方インチあたりの圧力

*他の厚さもございます。

放熱導電材



熱伝導率の高いグラファイトから成る(98%以上)、高性能でリーズナブルなサーマルインターフェイス材です。絶縁の必要がない環境で使用できます。

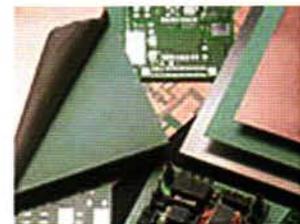
型番	T-gon805	T-gon810	T-gon820
熱抵抗(C-in ² /W) 100psi時	0.07	0.1	0.17
熱抵抗(C-in ² /W) 681Kpa時	0.42	0.66	1.07
熱伝導率(W/mK)	5	5	5
密度(g/cc)	2.2	2.2	2.2
厚さ	0.005" (0.127mm)	0.010" (0.254mm)	0.02" (0.508mm)
温度範囲(℃)	-240~300	-240~300	-240~300

psi=平方インチあたりの圧力

放熱誘電体

熱処理能力を高めるため、銅箔と金属基板の隙間に含浸させるシートです。このシートを利用した放熱基板材(T-lamシリーズ)については別途お問い合わせください。

型番	T-preg1KA	T-pregHTD
熱伝導率(W/mK)	3	2.2
熱抵抗(C-in ² /W)	0.05~0.163	0.072~0.107
最大動作温度(℃)	130	150
厚さ	0.004"(0.021mm)~ 0.012"(0.305mm)	0.004"(0.102mm)~ 0.006"(0.152mm)



詳細な仕様、オプション等については、弊社にお問い合わせください。

多様なサイズと種類がありますので、詳細については弊社にお問い合わせください。

FOFガスケット 環境にやさしい超ソフトシールドガスケットです。

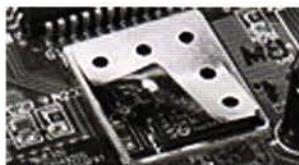
	シールド効果	反発力	表面抵抗	使用温度範囲
一般性能	>100dB (MIL-STD285mod.)	5~10 lbs/ft	<0.07ohms/square	-40~+70℃



- ◇ コストが安い
- ◇ 自社内で品質管理
- ◇ カスタム製造可能
- ◇ 布のメッキから自社工場で一貫製造
- ◇ 完全ハロゲンフリー、RoHSおよびUL94V0対応
- ◇ FDR、耐久性試験データ、成分分析データ取得可能

基板実装用金属カバー

プリント基板などを保護する金属カバーです。



- ◇ 平坦度がよい
- ◇ プリキ製とニッケルシルバー製
- ◇ フレームとカバーに分かれているのでリワークしやすい

型番	表面積 inch ² (mm ²)	最大カバー寸法 inch (mm)	最大高さ inch (mm)	重さ(g)
BMI-S-101	0.253 ² (163.10 ²)	0.538 x 0.476 (13.66 x 12.10)	0.100 (2.54)	0.4
BMI-S-102	0.402 ² (259.21 ²)	0.650 x 0.650 (16.50 x 16.50)	0.142 (3.60)	0.7
BMI-S-103	1.033 ² (666.16 ²)	1.032 x 1.032 (26.21 x 26.21)	0.200 (5.08)	1.6
BMI-S-104	1.548 ² (998.56 ²)	1.260 x 1.260 (32.00 x 32.00)	0.236 (6.00)	2.4
BMI-S-105	1.461 ² (942.50 ²)	1.500 x 1.000 (38.10 x 25.40)	0.236 (6.00)	2.4
BMI-S-106	1.879 ² (1212.39 ²)	1.450 x 1.326 (36.83 x 33.68)	0.200 (5.08)	2.5
BMI-S-107	2.997 ² (1933.36 ²)	1.747 x 1.747 (44.37 x 44.37)	0.384 (9.75)	6.5

上記はフレームとカバーが一体型の標準品です。その他多数の製品を取り揃えております。

フィンガーガスケット

バネ性能、導電性能に優れた金属板ガスケットです。

- ◇ 1938年からの実績
- ◇ 350以上の標準形状
- ◇ 高い機械的強度
- ◇ 温度上昇時において優れた性能を発揮
- ◇ 各種表面メッキを提供 (Ni, Snなど)
- ◇ 機械でも手でも取り扱い可能



	一般性能
シールド効果 伝達インピーダンス500MHz	80 - 100 dB
H-field (200 KHz) Mil 285	60 - 70 dB
平面波(2GHz) Mil 285	75 - 120 dB
使用温度範囲	250°F (121℃)下で継続使用可能

導電エラストマー

エンクロージャなどのEMI対策としてよく使用される弾性材料です。



一般性能	
シールド効果 伝達インピーダンス500MHz	40 - 105 dB
H-field (200 KHz) Mil 285	30 - 75 dB
平面波(2GHz) Mil 285	40 - 120 dB
表面抵抗	N/A
容量抵抗	0.002 - 5 ohm-cm
サイズ範囲 inch(mm)	シート型: 0.020(0.51) - 0.125(3.17) (厚さ)
	丸型: 0.040(1.02) - 0.250(6.35) (直径)
	丸チューブ型: 外径0.090(2.28)x内径0.050(1.27) - 外径0.4371 (11.10)x内径0.250 (6.35)
偏向範囲	シート型: 10%
	突起型: 10 - 25%
	空洞突起型: 20 - 50% Deflection
圧縮力(形状選択に基づく)	シート型: 75 - 100 PSI (516.7 - 689 kPa)
使用温度範囲	67 - 392°F (19 - 200°C)

電磁波吸収体

高周波時にシールド効果をも高めるために使われます。

- ◇ 高周波向け
- ◇ 取付が容易
- ◇ 周波数の範囲を広げるために
他のシールド材と併用可能



一般性能	
サイズ範囲 inch(mm)	24 x 24 (609.6 x 609.6)
使用温度範囲	Q-Zorbシリーズ: -85-350°F (-65-175°C) RF Foamシリーズ: -85-250°F (-65-120°C)

ベントパネル

エンクロージャやキャビネットなどの優れたエアフローとEMI保護として最適なエアフィルターです。



- ◇ 取り付け・取り外しが容易
- ◇ 多様な標準品と取り付け配置

詳細な仕様、オプション等については、弊社にお問い合わせください。

レアドテック社は熱対策製品やEMI対策製品のほか、以下の様な商品を取り揃えております。詳細カタログをご要望の方はご連絡ください。

クロニクス株式会社

TEL (フリーダイヤル) : 0120-17-9629

FAX (フリーダイヤル) : 0120-81-9629

sales@chronix.co.jp



無線インフラアンテナ (WIFA)

- ・全方向用アンテナ
- ・多目的アンテナ
- ・無線インターネット用
- ・WiMax用
- ・RFID用



携帯端末用アンテナ

- ・埋め込みアンテナ
- ・引き出し型アンテナ
- ・衛星用アンテナ
- ・切り株型アンテナ
- ・二方向ラジオ用アンテナ
- ・電源関連製品
- ・内部/外部アンテナ



テレマティックス (車載関連アンテナ)

- ・ITS/資産追跡システム用アンテナ
- ・AM/FM, TVアンテナ
- ・三帯域用アンテナ
- ・衛星放送用アンテナ



シグナルインテグリティ

- ・フェライトEMIケーブルコア
- ・フェライトインピーダンスチップビーズ
- ・特殊コモンモードチョーク
- ・高電流用スルーホール&面実装EMI製品
- ・面実装インダクター
- ・フェライトコネクタプレート
- ・トロイダルインダクタコア



無線システム製品 (Wireless Systems)

- ・RF モジュール
2.4GHz, 900MHz, 868MHz
- ・RF デバイス
ConnexLink, ConnexUSB, ConnexModem, ConnexNet
- ・開発サービス
Design Kits, Services and Certification



サーモエレクトリック技術資料

1.FAQ (良くある質問と回答)

サーモエレクトリックモジュールとは正確には何ですか？

サーモエレクトリックモジュールは小型のソリッドステートデバイスで、ヒートポンプとしてまたは発電機として動作することができます。電気を発生するために使用されると、モジュールはサーモエレクトリックジェネレーター (TEG) と呼ばれます。ヒートポンプとして使用されれば、モジュールは、熱を移動するためのペルチェ効果を利用し、サーモエレクトリッククーラー (TEC) と呼ばれます。レアドテック社は、TECのメーカーでは、世界のリーダーです。(レアドテック社の製品はTEGのいくつかの応用製品にも最適ですが、本資料ではTECについて述べています。)

良く聞く話ですがペルチェ効果とは何ですか？

ペルチェ効果は1834年に発見されました。電流が2種類の異なる導体の接合部を流れる時に温度の変化を起こします。しかしながら、この概念の実用化には半導体の発達 (TECの性能を発揮させる完璧なバランス)、つまり、すぐれた導電性と、熱伝導を抑制することが不可欠でした。今日では、ビスマステルルが半導体材料として主に使用されており、過剰電子 (n-型) あるいは電子欠損 (p-型) を発生させるために多量に加えられています。

TECは、どのように動作するのですか？

簡単に言うと、TECは、たくさんのp-型とn-型の対 (カップル) が電気的に直列に接続され、2枚のセラミックプレートにはさまれています。DC電源に接続されると、電流がTECの一方から他方へ熱を動かします。これにより、当然TECにホット面とコールド面が生じます。一般的な動作方法としては、TECのコールド面を対象物 (冷却される物体) へ、ホット面を周囲に熱を放出するヒートシンクへ向けます。強制空冷/水冷付きの熱交換器が必要とされます。(TECは有能なので熱の消費はしません。熱を移動させるだけです。)

もし電流の方向を逆にしたらどうなりますか？

もし電流を逆にしたら、熱は逆の方向に移動します。つまり、ホット面だった面がコールド面になります。逆もまた同じです。

どのくらいの熱を送り出すことができるのですか？私の家を冷やすことができますか？

最大熱量は一段型TECで最大約125Wを送り出すことができます。それではあなたの家を冷やすことは出来ませんが、レアドテック社のモジュール設計はひとつのアプリケーションにつき、いくつもTECを使用することが可能なので、より多くの熱を送ることができます。

複数使用が可能なのですか？

その通りです。送り出される熱量を増やすために並べて使用したり、温度差を増すために他方の面にTECを積み重ねることができます。積み重ねた場合に、カスケード、またはマルチステージ (多段型) TECと呼ばれています。ホット面とコールド面の温度差について、だいたい60°C以上を必要としない場合は、通常シングルステージ (一段型) TECを使用できます。温度差が60°C以上必要な場合は、カスケードTECをご検討ください。マルチステージシリーズ (p.10) に掲載されています。

どのような場合にTECを使えばいいですか？ TECはコンプレッサと同じくらいの性能ですか？

TECはアプリケーションに対して完璧に適合する場合もあれば、全く適合しない場合もあります。TECが最適か、コンプレッサよりは適しているか、あるいはまったく適さないかどうかはアプリケーション次第です。TECは非常に小型で軽量、そして静かです。可動部品がないために、非常に信頼性が高いです。TECはほとんど電氣的ノイズを発生させず、適切なコントローラを併用すると、精密な温度制御が可能です。真空中、無重力、あるいはどんな物理的方向においても動作することができます。一方、TECは冷却負荷が200Wを越えた場合、その利点を失ってしまう傾向があります。しかしながら、特別な環境下においては、TECは何十キロワットもの負荷を動かすことに使用されます。

TECで設計することは、難しいですか？

そんなことはありません。熱伝導についての少し理解と、アプリケーションを良く把握することが必要とされます。本カタログの情報に加え、レアドテック社はサーモエレクトリックセクション/デザインソフトウェアプログラムAZTEC™ (AtoZ Thermoelectric Cooling) を開発しており、ウェブサイト: www.lairdtech.com から無料でダウンロードできます。同ソフトは一部対応していない製品がございますので、クロニクス社の経験あるエンジニアにご相談ください。

TECを取り付けるために特別な装置またはトレーニングが必要ですか？

適切に取り付けることは大変重要ですが、それほど難しくはありません。レアドテック社は詳細な図解入りのアセンブリの取扱説明書を提供します。そして、レアドテック社は特定のアプリケーション向けのカスタムサブアセンブリもできます。

温度コントロールおよび電源は何ですか？

TECは直流機器です。TECを通る熱量は、供給される電力に直接比例します。温度は手動あるいは自動でコントロールできます。自動コントローラは単純にON/OFFのサーモスタットから複雑なコンピュータ制御フィードバック回路にまで及びます。このような制御システムは様々な認定されたメーカーのものを利用できます。

2.機能と構造

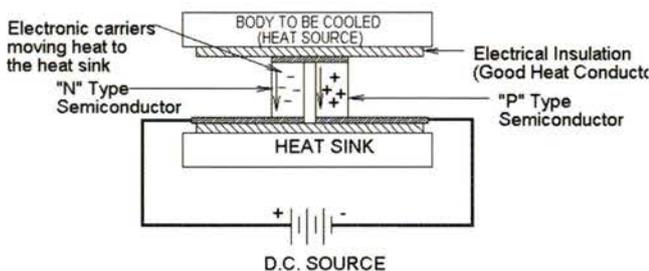
サーモエレクトリック冷却システムは従来型システムと良く比較されるので、二つの冷却方法の差を示すことが、システムそのものを説明するおそらく最良の方法です。

従来型冷却システムは4つの重要部品を含みます。蒸発器 (Evaporator)、コンプレッサ (圧縮器)とコンデンサ (放熱器、凝縮器) です。蒸発器すなわち冷却部は高圧の冷媒が膨張、沸騰、蒸発する部分です。液体から気体になるときにエネルギー (熱) が吸収されます。コンプレッサは冷媒ポンプとして働き気体を液体に再圧縮します。コンデンサは蒸発器で吸収した熱と圧縮による熱を合わせた熱を外部に放出します。

サーモエレクトリックも似た部分を持ちます。冷接点では、電子がp-型半導体素子の低エネルギー・レベルからn-型半導体素子の高エネルギー・レベルに流れて、エネルギー (熱) が吸収されます。高温接点では電子が高エネルギーレベルの素子 (n-型) から低エネルギーの (p-型) 素子に流れ、エネルギーがヒートシンクに放出されます。サーモエレクトリック・クーラーはヒートポンプで、可動部分、液体、気体を持たない固体装置です。従来型のヒートポンプ、吸収冷凍機、熱エネルギーの移動を含む他の装置と同じく熱力学の基本法則が、この装置に適用されます。

TE冷却システムの理解の助けになる類似点は、温度を測るのに使う標準の熱電対です。この型の熱電対は、二つの接点ができるように、異なる金属からなるワイヤーを結んで作られます。一つの接点を基準温度に保ち、もう一方を測定物に付着させます。システムの使い方は次のとおりです。ある点で回路を開き、発生した電圧を測ります。この一連の考えを逆転させて、一組の固定接点を考えます。エネルギーを供給すると一つの接点は冷たくなり、もう一方の接点は熱くなります。

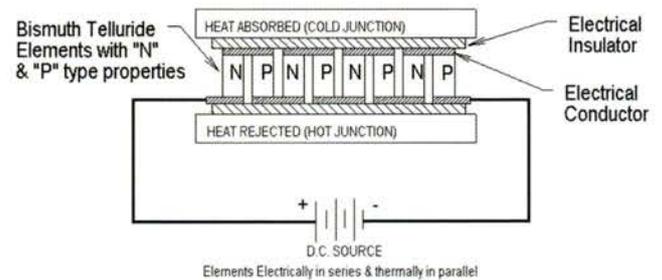
【図1:代表的な熱電対の断面図】



サーモエレクトリック冷却対は、添加物の多い半導体素子 (主成分はビスマス・テルライド) からできており、電子の過剰状態 (n-型) または不足状態 (p-型) を作ります。

冷接点で吸収された熱は熱接点に、回路と複数の熱電対を流れる電流に比例した速度で送り出されます。

【図2:代表的なTEモジュール・アセンブリ】



実際は、熱電対はモジュール内で結合されます。電気的には直列、熱的には並列です。普通モジュールが、市販品として入手できる最小単位です。様々なサイズ、形状、動作電流、動作電圧、ヒートポンプ容量のモジュールがありますが、現在の傾向は多数の低電流動作のカップルの型をしたものです。ユーザはモジュールの品質、サイズまたは容量を選び、余計な電力料金を払わないで要求に正確に応えることができます。他の冷却方法の代わりにサーモエレクトリックを使う「必要性」が多くあります。この「必要性」はサイズ、設置面積、重量、信頼性や真空中などの環境条件を特に考慮したからです。これら条件のどれも必要でなければ、他の冷却方法を考えるべきで、事実そうした方が望ましいのです。

サーモエレクトリックの採用を決めたら、次の問題は特定の要求に応えるサーモエレクトリックを選ぶことです。装置を選ぶ前に、三つのシステム・パラメータを決める必要があります。

- ・ T_c : コールド面の温度
- ・ T_h : ホット面の温度
- ・ Q_c : TEのコールド面で吸収される熱量

多くの場合、コールド面の温度は通常問題の一部として与えられます。即ち対象物が規定された温度に冷却されるということです。一般的に物体がサーモエレクトリックの冷面に直接密接にしていれば、物体の望む温度は、TEのコールド面の温度 (T_c) と考えられます。冷却される物体が、TEのコールド面に密接しない状態、即ち容量冷却のような場合、TEのコールド面の上に熱交換器が必要になります。このタイプのシステムが使用されるとき、TEのコールド面 (T_c) は期待する容量温度より数℃低くする必要があります。

ホット面温度は以下の二つの主要パラメータにより定義されます。

- 1) 熱が廃棄されている周囲環境の温度
- 2) TEのホット面と周囲の間にある熱交換器の効率

これら二つの温度(T_c & T_H)とその差(ΔT)は非常に重要なパラメータで、設計期待通りに作動させるなら、正確に決める必要があります。図3 はサーモエレクトリック・システムの代表的温度断面図を示します。

三つ目のそして正確に測るのが最も難しいパラメータは、TEのコールド面に吸収される熱量です。TEに対するすべての熱負荷を考慮する必要があります。これらの熱負荷には以下のものがあり、それだけに限られます。電子装置からの活動中の、すなわち I^2R 熱負荷と、冷面や暖温度のもの（例えば、電気リード、絶縁物、空気またはガスなどの周囲物、機械的締め金具、その他）との接点を経由する伝導です。放射熱効果を考慮する必要があるときもあります。一段型のサーモエレクトリック装置は、約67°Cの「無負荷」温度差を作ることができます。これより大きい温度差は、サーモエレクトリックを他の上に積層して達成できます。この方法をカスケードとよぶことが多いです。カスケードされた装置の設計は、一段の装置より複雑で、これらの注意事項の範囲を越えます。カスケードが必要な設計支援はレアードテック社から提供できます。三つの基本的パラメータが定量化されると、特定モジュールまたはモジュール群を選ぶ過程が始まります。 Q_c & T_H の定量化に役立つ代表的な熱移動式を記述します。

特定用途向けのモジュール、モジュール群が沢山あります。「最良」のモジュールを選び出すのに使われるもう一つの基準はエネルギー消費効率(C.O.P: Coefficient of Performance)です。C.O.P.は冷接点で吸収される熱を入力で割ったものと定義されます(Q_c/Q_{in})。最大C.O.P.の利点は、入力最小であることです。

したがって、熱交換器で廃棄される全ての熱は最小になります($Q_H=Q_c+Q_{in}$)。これらの利点はコストがかかりますので、この場合、C.O.P. 最大で運転させるには装置を増設するかまたはより大きい T.E.装置を付けることが必要です。最小C.O.P.の利点は初期費用が最小であることが自然と分かります。

電源/温度制御はT.E.システムを成功させるための追加項目として考慮する必要があります。サーモ・エレクトリック装置はD.C.装置です。D.C.にどんなA.C.成分が重なっていても有害です。リップルによる悪化は次のようになります。

$$\Delta T/\Delta T_{max} = 1 / (1 + N^2), \text{ここで } N \text{ は電流リップル率 (\%)}$$

例:

電源が20%のリップルを含む場合の ΔT_{max} への影響

$$\Delta T_{max}=67^\circ\text{C}$$

$$\Delta T/\Delta T_{max}= 1 / (1 + N^2)= 1 / (1 + 0.2^2)=0.96$$

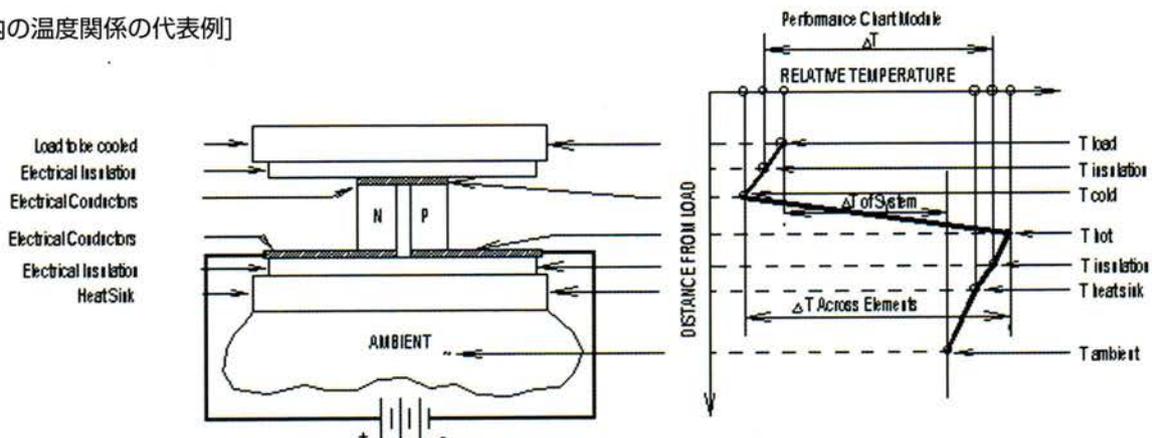
$$\Delta T=\Delta T_{max} \times 0.96=64^\circ\text{C}$$

レアードテック社は、リップルは10%以内を推奨します。

温度制御は普通ニグループに分けて考えます。オープン・ループ/クローズド・ループと、手動/自動の二つです。方法に関係なく、最も検出・測定しやすい装置のパラメータは温度です。そこで冷接点(または加熱モードのときの熱接点)は制御の基準として使われます。制御される温度はある基準温度、普通周囲温度かTEの対面温度と比較されます。

オープン・ループ方式ではオペレータは電源を調節して誤差をゼロに減らします。クローズド・ループではこれを電子的に行います。いろいろな制御回路は膨大、複雑であり、「この論文で絶えず改良するつもりです。この特殊分野専門の相談を受ける制御回路、制御システムのメーカーが数社あります。制御の精度、価格はアプリケーションによって変わります。

[図3: TEM内の温度関係の代表例]



3.デバイス選択

TE 装置を選ぶ前に知っておく必要のある最低の仕様があります。特に、三つのパラメータが必要です。

このうち二つは、温度勾配を決める T.E. 装置両側の温度です。三つ目は装置によって排熱しなければいけない総熱量です。TE デバイスを横切る温度勾配(実際の ΔT)は、測定 ΔT (システム ΔT)とは違います。これら二つの ΔT の差は無視されることが多く、システム設計に影響されます。 ΔT 間の差は、システムのホット面またはコールド面で使われる熱交換器の型に依存することが多いです。残念ながら、この差を正確に決めるための明確な法則はありません。システムのホット面での代表的な許容範囲は下記の通りです。

- 1.フィン強制空気: 10~15°C
- 2.自由対流: 20~40°C
- 3.液体交換器: 液温度より 2~5°C 高温

システムのコールド面熱束密度は、ホット面よりかなり小さいので、ホット面許容値の約 50% の (同じ型の熱交換器を使った場合) 許容値を使う必要があります。習慣として、選択して得られた数字をチェックしてヒートシンク設計パラメータの適切性を再確認するのが良いです。

選択工程で決める必要のある三つ目のパラメータは、T.E. 装置によって排熱される総熱量です。この値を見積もることは最も難しいことが多いです。物体の温度を下げるには、熱がそこに注入されるよりも早く、それから熱を除去する必要があります。装置から熱を除去する方法には大きく分けて一般的に二つあります。

一つ目は、冷却を必要とする熱負荷です。この負荷は電気部品の I²R 負荷 (しばしば抵抗負荷またはジュール熱に属するもの) です。あるいは空気除湿 (潜在熱) 負荷であり、すなわちある時間内の冷却対象物の特定の熱 (知覚熱) による負荷です。二つ目は寄生的負荷と多く呼ばれます。これは、物体は周囲の温度より低温である事象による負荷です。この負荷は、周囲空気の伝導・対流、絶縁からの漏れ、ワイヤー経由の伝導、水の凝縮、ある場合の氷の生成などです。これらどの寄生的負荷の発生源でも無視することは出来ません。

特定アプリケーションにとっては非常に重要になると思われるものが他にあります。物理的サイズ、入力電源の制限、価格です。アプリケーションの実際条件を明示する助けになる「チェックリスト」を添付します。さらなる支援が必要でしたら、弊社のエンジニアにご相談ください。

マルチステージ(カスケード)デバイス

多段サーモエレクトリック装置は、一段装置が要求を満たせないところだけで使うべきです。図4 は ΔT 、C.O.P_{max}、段数を示します。C.O.P. は装置のコールド面で吸収される熱量 (吸収熱量: サーマル・ワット) を入力 (電気: ワット) で割ったものです。この数字はカスケードを考えるときの確認に役立ちます。というのは、それは各段の有効 ΔT レンジを示すからです。 ΔT が、一段装置と二段装置の C.O.P. パーが拡散し始める 40°C ($T_c = -5^\circ\text{C}$) と、一段装置が最大 ΔT に近づく 65°C ($T_c = 30^\circ\text{C}$) の間にあり、またヒートポンプの「遮断」 $Q_c = 0$ のとき、二段カスケードを考える必要があります。より大きい ΔT のときは、段数を決めるのに同じような決断をしなければいけません。ここでも二つの重要な要素は ΔT と C.O.P. となります。

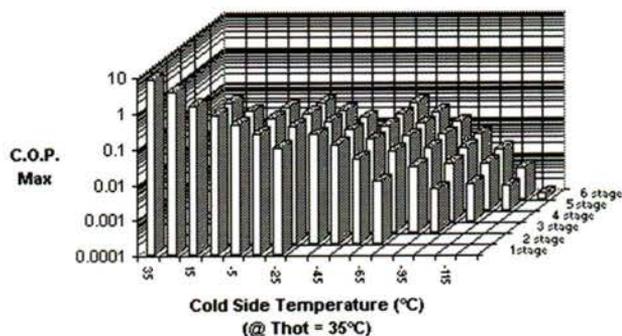
常に考えるべき非常に重要な要素が他にあります。それは価格です。普通段数が増えると、価格も増加します。アプリケーションの中には、C.O.P. と価格の折り合いをつける必要があります。

どの T.E. システムでも選択作業を始めるために、少なくとも三つのパラメータを明確にしておく必要があります。

- ・ T_c : コールド面温度
 - ・ T_H : ホット面温度
 - ・ Q_c : 除去される熱量 (TE のコールド面で吸収される熱量 Watt)
- $\Delta(T_H - T_c)$ と熱負荷が決まると、図4 を利用して必要な段数を求めることができます。C.O.P. と Q_c が分かれば、入力を見積もることが可能です。図4 に挙げた値は理論的最大値です。実際に製作される装置がこの最大値を達成するのは稀ですが、この値にできるだけ近づけるべきです。

レアドテック社は、スタンダードなアプリケーションを持っていませんが、一連のスタンダード・カスケード製品を提供します。各カスケードに対する要求は独自であり、要求を満たすようデバイス選択をして下さい。

レアドテック社はデバイス設計用のコンピュータプログラムのAZTEC™を開発しました(5ページ参照)。熱負荷、コールド面温度、及び周囲温度のパラメータが、プログラムの入力として使用されます。物理的サイズ、動作電圧・電流などの他のパラメータは、制限内で最終選択するのに使われます。



[図4:段数の関数としたΔTとC.O.P.最大値]

設計／選択チェックリスト

下記に要求した項目は、望みの性能を達成するためのサーモエレクトリックを設計／選択するために極めて重要です。アプリケーションの実際条件と制限要因をできるだけ多く明示してください。(すべてのパラメータには単位を示してください。)

1. 技術データ

現行品に近い型番: _____
 モジュールの寸法(縦x横x高さ): _____ x _____ x _____
 直流電圧: _____ VDC 電圧範囲: _____
 ターゲット温度(T_c): _____ °C 想定耐用年数: _____
 発熱体の熱量: Q_c = _____ W @ ΔT = _____ °C
 運転時間(時間/日): _____
 冷却・加熱の使用基準: _____

2. 使用環境

使用温度範囲: _____ °C 保管温度範囲: _____ °C
 ペルチェモジュールを特殊な環境下で使用しますか?
 (例 湿度、水分、塩分、熱、砂・埃、振動、衝撃、耐UV性、腐食性液体条件下など)
 いいえ はい: _____

3. 安全規格

どのような安全規格、耐久性要件をご希望ですか?

4. 電気接続仕様

リード線(長さ・材質): _____
 コネクター: _____

5. その他要求・追記事項:

6. アプリケーションの概略寸法図、予想される物理構成、サーモエレクトリック・モジュールの配置図がありましたらをご提示ください。

信頼性と平均無故障時間(MTBF)

TEM(サーモエレクトリックモジュール)はソリッドステート構造のため非常に信頼性が高いです。信頼性は多少アプリケーションに依存しますが、様々の顧客が行ったテストの結果計算されるMTBFは室温で約20万から30万時間です。高温(80℃)では、MTBFは控えめに約10万時間です。多数の顧客の実地経験では過去10年間のうち故障返品率は0.1%以下です。返品されたすべてのモジュールの90%以上は、顧客側の機械的誤使用または過熱によるものです。そこで適切に取扱い、適切な組立て技術を使えば、非常に信頼性のあるシステムを作ることができます。過去の故障解析によると、故障原因は一般的に次の4つのタイプに分類されます。不適切な取扱いによる機械的破損、または誤ったシステム組立て技術によるものです。

湿気:

湿気がモジュール内に入らないこと。湿気があると電気侵食が起こり、サーモエレクトリック材料、伝導体、ハンダを劣化させます。湿気があるとグラウンドへの電気経路が出来て、電氣的ショートやホット面からコールド面への熱的ショートが起きます。適切なシール方法や乾燥環境によって、これらの問題を解決することができます。

衝撃と振動:

様々な組立てタイプのTEMが、軍事/航空宇宙アプリケーションで長年使われてきました。TEMは航空機、兵器、宇宙船、船舶や他の多くの似たシステムで要求される衝撃や振動の条件を満たすのに成功してきました。TEMは引張りとは非常に強いですが、せん断には比較的弱いです。強い衝撃や振動のある環境では組立て方法に注意して、モジュールの「許容圧縮荷重」以下にする必要があります。

機械的マウント:

TEMのよくある故障は、不均等なトルク・締め付け、熱交換器の機械的状态によって起こされる不均等な圧縮力によるものです。多結晶サーモエレクトリック材料は水平軸より垂直軸(成長軸)のほうが弱い。そこでサーモエレクトリック・エレメントは圧縮力には非常に強いが、せん断方向には弱くなり易い。組立て中、不均等なトルクや不均一な表面熱交換器は大きなせん断力を起こしやすい。推奨する圧縮力は150PSI(ポンド/平方インチ絶対圧力)です(適切なマウント技術については組立て説明書を見てください)。

モジュールの不注意な過熱:

直接ハンダ付けはモジュールの動作・保存温度に制限を与えます。80℃以上の温度では二つの現象により有用時間が非常に短くなります。80℃以上ではサーモエレクトリック材料内の固溶度が大きくなり固溶速度が速くなるためサーモエレメント内への銅拡散がおきます。100-110℃では固溶度と拡散速度の相乗効果のため100時間以内にデバイスの性能は約25%落ちます。ハンダ付け(ビスマス-錫合金)において85℃以上で少量のセレン、テルリウム、アンチモニー、ニッケルが自然とビスマス錫ハンダ内に溶けます。基本ハンダの溶融点は138℃ですが、全ての物質が混合すると少し共晶相になるか、85℃以上で高効率の固体反応が起きます。この反応は、サーモエレクトリック材料内の卵割面間への物理的侵食によりサーモエレメントの端を薄い層に裂き始めます。この結果85℃以上で接触面に機械的障害が起きます。

動作温度範囲が225℃まで可能なサーマシリーズはスズが含まれていない半田を使用しています。これらは連続動作の場合165℃以上で使用することはお勧めできません。瞬間的であれば225℃の温度下で使用することができます。サーマシリーズは熱サイクルングとしてよく知られており、大きな温度範囲で繰り返し温度変化させる必要がある場合にお勧めします。

5.装置の動作公式

コールド面でのヒートポンプされる熱容量(W) :

$$Q_c = 2N (\alpha I T_c - I^2 \rho / 2G - \kappa \Delta T G)$$

電圧(V) :

$$V = 2N (I \rho / G + \alpha \Delta T)$$

最大電流(A) :

$$I_{max} = (\kappa G / \alpha) [\sqrt{(1 + 2Z T_H)} - 1]$$

最適電流(A) :

$$I_{opt} = \kappa \Delta T G [1 + \sqrt{(1 + Z T_{ave})}] / (\alpha T_{ave})$$

最適COP(I_{opt} での計算の場合) :

$$COP_{opt} = (T_{ave} / \Delta T) \{ [\sqrt{(1 + Z T_{ave})} - 1] / [\sqrt{(1 + Z T_{ave})} + 1] \} - 1/2$$

$Q=0$ での最大 ΔT :

$$\Delta T_{max} = T_H - [\sqrt{(1 + 2Z T_H)} - 1] / Z$$

記号の定義

記号	定義
T_H	ホット面の温度 (K)
T_c	コールド面の温度 (K)
ΔT	$T_H - T_c$ (K)
T_{ave}	$1/2(T_H + T_c)$ (K)
G	面積/TE エLEMENTの長さ(cm)
N	サーモカップルの数
I	電流(A)
COP	パフォーマンス係数(Q_c / IV)
α	ゼーベック係数(volts/K)
ρ	抵抗率(ohm cm)
κ	熱伝導率(watt/cm K)
Z	フィギュアオブメリット($\alpha^2 / \rho \kappa$)(K^{-1})
S	デバイスのゼーベック電圧($2\alpha N$)(volts/K)
R	デバイスの電気抵抗($2\rho N / G$)(ohms)
K	デバイスの熱コンダクタンス($2\kappa N G$)(watt/K)

代表的な材料パラメータ

T_{ave}	α	ρ	κ	Z
225	1.70×10^{-4}	6.89×10^{-4}	1.87×10^2	2.23×10^{-3}
250	1.84×10^{-4}	8.04×10^{-4}	1.77×10^2	2.38×10^{-3}
273	1.94×10^{-4}	9.20×10^{-4}	1.61×10^2	2.54×10^{-3}
300	2.02×10^{-4}	1.01×10^{-3}	1.51×10^2	2.68×10^{-3}
325	2.07×10^{-4}	1.15×10^{-3}	1.53×10^2	2.44×10^{-3}
350	2.10×10^{-4}	1.28×10^{-3}	1.55×10^2	2.22×10^{-3}
375	2.00×10^{-4}	1.37×10^{-3}	1.58×10^2	1.85×10^{-3}
400	1.96×10^{-4}	1.48×10^{-3}	1.63×10^2	1.59×10^{-3}
425	1.90×10^{-4}	1.58×10^{-3}	1.73×10^2	1.32×10^{-3}
450	1.85×10^{-4}	1.68×10^{-3}	1.88×10^2	1.08×10^{-3}
475	1.79×10^{-4}	1.76×10^{-3}	2.09×10^2	8.7×10^{-4}

6.熱伝導式

注意:熱伝導の比較的複雑な性質により、これらの式の適用により求められる結果は有用ですが、概算値としてのみ扱われなければなりません。どのデバイスでも最終選択する前に、設計安全マージンを考慮してください。

1) 絶縁容器の壁を介しての獲得熱または損失熱:

$$Q = \frac{A \times \Delta T \times K}{\Delta X}$$

Q=熱流 (watts)

A=容器の外面積 (m²)

ΔT=温度差 (容器の内部対外部) (Kelvin)

K=絶縁体の熱伝導率 (Watt/meterKelvin)

ΔX=絶縁体厚さ (m)

2) 対象物の温度変化に要する時間:

$$t = \frac{m \times C_p \times \Delta T}{Q}$$

t=時間間隔 (秒)

m=対象物の質量 (kg)

C_p =材料の比熱 (J/kg-K)

ΔT=対象物の温度変化 (Kelvin)

Q=付加または除去された熱 (Watts)

注意:サーモエレクトロニクス装置は、ΔT が変動しているときには一定の割合で加熱したり冷却したりしない。平均のQは近似的に以下の通りである。

$$Q_{ave} = (Q\Delta T_{max} + Q\Delta T_{min}) / 2$$

3) 対流による表面へ、または表面からの伝達される熱:

$$Q = h \times A \times \Delta T$$

Q=熱 (Watts)

h=熱伝達係数 (W/(m²K))

(1~30=“自由”対流式-ガス、10~100=“強制”対流式-ガス)

A=露出面積 (m²)

ΔT=表面温度一周囲 (Kelvin)

単位変換テーブル

熱伝導率	
1 BTU/hr-ft ² -°F	= 1.73W/m-K
1 W/m-K	= 0.578BTU/hr-ft ² -°F
パワー (熱流割合)	
1 W	= 3.412BTU/hr
1 BTU/hr	= 0.293W
面積	
1 ft ²	= 0.093m ²
1 m ²	= 10.76ft ²
長さ	
1 ft	= 0.305m
1 m	= 3.28ft
比熱	
1 BTU/lb-°F	= 4184J/kg-K
1 J/kg-K	= 2.39x10 ⁻⁴ BTU/lb-°F
熱伝導係数	
1 BTU/hr-ft ² -°F	= 5.677W/m ² -K
1 W/m ² -k	= 0.176BTU/hr-ft ² -°F
質量	
1 lb	= 0.4536kg
1 kg	= 2.205lb

7.材料の一般特性 (@21°C)

材 料 名	密度 (kg/m ³)	熱伝導率 (W/m-K)	比熱 (J/kg-K)	熱膨張係数 x10 ⁻⁶ (cm/cm/°C)	
Air	空気	1.2	0.026	1004	-
Alumel	アルミナ(Ni-Al合金)	8600	29.4	544	12.1
Alumina Ceramic-96%	アルミナセラミック-96%	3570	35.3	837	6.5
Aluminum	アルミニウム	2710	204	900	22.5
Argon (gas)	アルゴン(ガス)	1.66	0.016	518	-
Bakelite	ベークライト	1280	0.23	1590	22
Beryllia Ceramic-99%	ベリリウムセラミック-99%	2880	230	1088	5.9
Bismuth Telluride	ビスマステルル化合物	7530	1.5	544	13
Brass	ブラス	8490	111	343	18
Bronze	ブロンズ	8150	64	435	18
Chromel	クロメル(Ni-Cr合金)	8410	13.5	460	13.1
Concrete	コンクリート	2880	1.09	653	14.4
Constantan	コンスタンタン	8390	22.5	410	16.9
Copper	銅	8960	386	385	16.7
Diamond	ダイヤモンド	3500	2300	509	-
Earth (Course/Dry)	土(乾燥)	2050	0.52	1842	-
Ethylene Glycol	エチレングリコール	1116	0.242	2385	-
Glass (Common)	ガラス(一般)	2580	0.8	795	7
Glass Wool	グラスウール	200	0.04	670	-
Gold	金	19320	310	126	14.2
Graphite	黒鉛	2560	85	837	3.6
Iron (Cast)	鉄(鋳型)	7210	83	460	10.4
Kovar	コパール	8360	16.6	460	5
Lead	鉛	11210	35	130	29.3
Nickel	ニッケル	8910	90	448	11.9
Nitrogen (gas)	窒素(ガス)	1.14	0.026	1046	-
Oil (Light)	軽油	910	0.13	1800	-
Platinum	プラチナ	21450	70.9	133	9
Plexiglass (Acrylic)	プレキシガラス(アクリル製)	1410	0.26	1448	74
Polyurethane Foam	ポリウレタンフォーム	29	0.035	1130	-
Rubber	ゴム	960	0.16	2009	72
Saw Dust	おがくず	190	0.059	-	-
Silicone(Undoped)	シリコン(無添加)	2330	144	712	-
Silver	銀	10500	430	235	-
Solder (Tin/Lead)	半田(スズ/鉛)	9290	48	167	24.1
Stainless Steel	ステンレススチール	8010	13.8	460	17.1
Steel (Low Carbon)	スチール(低炭素)	7850	48	460	11.5
Thermal Grease	サーマルグリス	2400	0.87	2093	-
Tin	スズ	7310	64	226	23.4
Titanium	チタン	4372	20.7	460	8.2
Vermiculite (Loose)	バーミキュライト	130	0.066	-	-
Water (@ 70°F)	水(@70°F)	1000	0.61	4186	-
Wood (Oak)	木(樺)	610	0.15	2386	4.9
Wood (Pine)	木(松)	510	0.11	2805	5.4
Zinc	亜鉛	7150	112	381	32.4

8.組み立て説明書

サーモエレクトリック (TE) システムの組み立てに使われる技術は、最適なデバイスの選択と同じくらい重要になります。組み立ての目的、すなわち熱の移動を行うことを心に留めておくべきです。一般に、冷却モードにおけるTEMは、対象物体から周囲に熱を移動します。冷却される対象物と周囲のすべての機械的なインターフェイスもまた熱インターフェイスです。すべての熱インターフェイスは、熱の流れを阻止し熱抵抗を付加する傾向があります。

熱交換器表面の機械的な許容値は、総表示目盛が最大0.003インチのとき、0.001in/inを越してはいけません。共通プレート間では、ひとつ以上のTEMを使用する必要があり、モジュール間の高低は、0.001in.を越さないようにします。(ご発注の際、高耐性ラップ型モジュールを要求してください)。

多くのTEアセンブリ品は、一面以上の"サーマルグリス"インターフェイスを使用しています。グリスの厚さを、 0.001 ± 0.0005 in. (0.025 ± 0.013 mm) に保ちます (印刷機用のインクローラーがこの作業に最適です)。

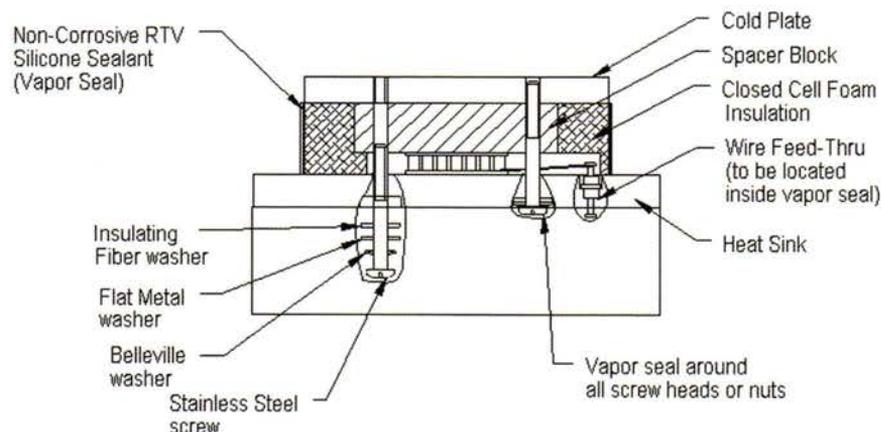
このタイプの許容値を保つと、高いレベルの清浄度が維持されます。汚れ、チリと垢は、最小にすべきです。この種の汚染物質との親和性を良くするために "グリス"結合が使用される場合、このことは非常に重要です。

一旦、TEMが熱交換器の間に組み込まれると、モジュールを囲む熱交換器の間に何らかの形の絶縁あるいは、シールがされます。モジュール (エレメント・マトリクス) 内は、オープンDCで温度勾配があるので気体流れが起きやすい。気体は水を含むので気体の流れを最小にするべきです。代表的なTEMの厚さは約0.2インチであり、どのような絶縁によっても熱漏れを最小にできます。

また絶縁/シールすると物理的損傷を防ぐことができます。絶縁あるいはシールは、独立気泡ポリウレタン・フォームをくぼみに挿入し、RTV(シリコン)タイプの物質でシールすることで最も簡単に行えます。または、より物理的に完全にするにはエポキシ塗布 (EPタイプ) でシールします。どんな方式が使用されても、およそ上に述べた保護をとるべきです。

下図は、代表的なアセンブリの推奨構造の詳細を示します。スペーサーブロックの使用は最大の熱移動を起こします。しかもシステムの最高温度部と最低温度部を最大の絶縁量により分離します。スペーサーブロックは、低い熱フラックス密度のためシステムのコールド面に使用されます。

この図に示す推奨項目に従うことにより、性能が著しく向上するでしょう。この型の組み立てをテストする時、温度を監視することが重要です。流速だけでなく、冷却液体の温度、入口、出口温度が必要です。TEMへの入力電源、電圧と電流を知るとは性能を解析する手助けになります。さらなる支援を必要とされる場合は遠慮なく弊社のエンジニアにご連絡ください。



TEMの取付方法

重要:2つ以上のTEMを共通プレートの上に設置するとき、TEMの厚さの誤差は0.0015 インチ (0.0038 センチ) 以内であること。ラップされたサーモエレクトリック装置の精密許容差に関する詳しいことは弊社にご連絡下さい。

準備:下記の手順に従って冷却プレートとヒートシンク表面を整えて下さい。

A) モジュールを平坦度 ± 0.001 インチ以内に研磨またはラップする。

B) ボルト孔位置をモジュールの反対側エッジにできるだけ近づけ (1/8インチを推奨する。最大1/2インチ)、熱交換器フィンと同じ平面にする。

この配置によってフィンが付くことによる構造強化が利用され、曲がりや防がれます。一表面にクリアランスホールを開け、もう一方の表面にタップを切ります。(アセンブリ情報の図を見てください) スペースを使って面間の距離を長くすると、スペースがシステムの冷却側にあるときの方が効率が良くなります。

C) TEMと熱交換器を完璧に清浄してください。

非金属(LL)型TEMの場合

1. サーマルグリス

ステップ1:

サーマルグリスを使って、モジュールのホット面と熱交換器のモジュール領域に薄い連続膜を作ります。

ステップ2:

ホット面を下にして熱交換器にモジュールを配置します。

ステップ3:

モジュールを前後に軽く揺らして、下方へ一様な圧力を加えて、エッジ周りにサーマルコンパウンドが流れないように注意します。この動作を抵抗が感じられるまで続けます。

ステップ4:

コールド面、冷却プレートに対してステップ1を繰り返します。

ステップ5:

モジュールに冷却プレートを配置します。

ステップ6:

冷却プレートに対してステップ3を繰り返します。特に一様な圧力になるように注意します。モジュールがネジとネジの中央になるように保ちます。さもないと圧力が不均等になります。

ステップ7:

ボルト締めの方法 (P.38) に従って取り付けてください。

2. サーマルエポキシ

ステップ1:

エポキシの2つの部分をよく混ぜ合わせます。

ステップ2:

モジュールの全設置面積にわたり、ホット面熱交換器にエポキシの薄膜(<0.003インチ、0.075mm)を塗ってください。

ステップ3:

TEMをホット面を下にしてエポキシを塗った面に置いてください。

ステップ4:

ゆっくりと静かにモジュールを前後に動かし、均等に下方へ圧力をかけてください。

ステップ5:

モジュールに冷却プレートを配置します。すべてのインターフェイスにエポキシがつくようにステップを繰り返し、アセンブリを矯正するように、ボルトあるいはクランプ締めをしてください。

ステップ6:

サーマルインターフェイス部で指示された時間で、落ち着かせてください。

3. インターフェイスパッド

ステップ1:

ホット面熱交換器にパッドを均一に取り付けるよう、注意しながらパッドを付けてください。

ステップ2:

TEMのホット面を下にし、しっかりした圧力でパッドを付けてください。

ステップ3:

全てのほかのサーマルインターフェイスに、ステップを繰り返してください。

ステップ4:

ボルト締めの方法に従ってください。

補足説明: ボルト締めの方法

ボルト締めをする前に、あらかじめ荷重をかけて冷却プレート、熱交換器、モジュールアセンブリを圧縮すると最良の結果が得られます。クランプと「おもし」を使ってモジュールの中心線に軽く荷重をかけるのです。2モジュール・アセンブリに対してはモジュール中心線に位置する3つのネジを使います。真中のネジはモジュールの間にします。予備荷重をかけるには、真中のネジにまず力を加えます。ネジを交互に替えて少しずつトルクを加え注意してネジ止めします。トルク制限つきドライバを使います。TEC アセンブリの推奨圧縮力はモジュール表面インチ平方あたり150~300 ポンド(64~128kg)です。1ネジ当たりのトルクは次の式を使います。

$$T = \frac{C \times D \times F \times \text{in}^2}{\text{ネジ数}}$$

T=1ネジあたりのトルク (in-lbs)

C=トルク係数(許容値:0.20、潤滑状態:0.15)

D=ネジサイズ定格

(4/40=0.112, 6/32=0.138, 8/32=0.164)

F=ちから (lbs/in²)

in²=モジュール表面積(縦x横) 単位:インチ

注意:1時間後にトルクをチェックし、必要ならば再度ネジを締めてください。ステンレスネジ、ファイバー絶縁ワッシャーとスチールスプリング(皿バネまたは割ロックタイプ)ワッシャーを使用してください。リード線を交換するのに鉛/スズ半田(183℃)を使用しないで下さい。

金属(TL, LT, TT)型TEMの場合

ステップ1:

ヒートシンク面はハンダ付け可能でなければいけません(銅またはアルミメッキ銅)。光研磨と脱脂を完璧にしてヒートシンクのモジュール領域を清浄にします。インジウム-スズ共晶型のハンダ(118℃)とフラックスで予備半田します。

ステップ2:

モジュール表面を完全に脱脂し、軽くフラックスします。スズ化・清浄化されたヒートシンク面を120~130℃(250~265°F)に熱します。モジュールを138℃以上にはいけません。さもないと内部ハンダがリフローします。面上にモジュールを配置します。

モジュール上のハンダが溶けて、余計なフラックスが除かれるまで数秒待ちます。すべてのハンダが溶けると、モジュールはハンダ上に浮きやすくなります。モジュールを軽く振ると濡れ性がよくなります。

(注意:すべてのハンダが溶けると、モジュール上に軽い引きずり効果がでて、ハンダ不足現象が現れます。モジュールを退けてハンダを加えて交換面を熱します。ユニットを冷やし、ハンダを固めます。アセンブリにモジュールが二つ以上使われるときは、ハンダ付け中、モジュールの平らな冷却面を共通面に保つ必要があります(ステップ3)。

最初に冷却面を下にし、適切に整列させるようにモジュールを金属またはグラファイトのグラウンド平面プレートに両面テープで固定するのが一番良い方法です。モジュールと平面プレートのこのアセンブリにより、モジュールをヒートシンクにハンダ付けすることが簡単になり、しかもすべてのモジュール冷却面は共通面に保たれ適切に整列されます。

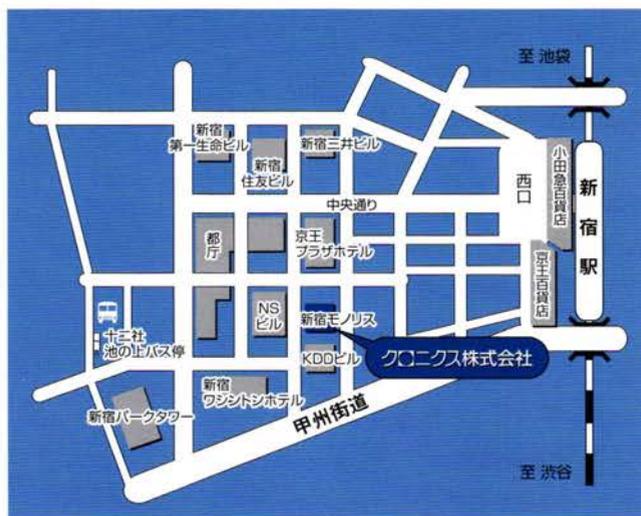
ステップ3:

アセンブリを固めるために冷やします。冷却後、完全に洗浄してすべてのフラックス残渣を取除きます。

ステップ4:

TEMの片面のみが金属表面加工(TLまたLTタイプ)の場合は、非金属表面加工(LLタイプ)の取付方法を参照してご希望のインターフェイス材料の使用方法に従ってください。両面とも金属表面加工(TTタイプ)の両面を半田付けするならば、ステップ1~3を繰り返してください。

注意:TEMはアセンブリの構造部材として使用しないでください。小さな圧縮圧力のボルト締め、あるいはクランプが必要です。両面金属加工(TTタイプ)の両面を半田付けするのは、12mmX12mmより大きなサイズには奨励できません。詳しくは弊社にご相談ください。



技術商社
クロニクス株式会社

〒163-0913 東京都新宿区西新宿2-3-1 新宿モノリス 13F
 代表TEL:03-5322-7191 FAX:03-5322-7790
 TEL (フリーダイヤル):0120-17-9629 (いーな、クロニクス)
 FAX (フリーダイヤル):0120-81-9629 (はい、クロニクス)
 E-mail : sales@chronix.co.jp
 URL : <http://www.chronix.co.jp>

CHRONIX

Shinjuku Monolith Bldg.13F, 2-3-1 Nishishinjuku
 Shinjuku-ku Tokyo 163-0913 Japan
 TEL: (81)-3-5322-7191 FAX: (81)-3-5322-7790
 E-mail : sales@chronix.co.jp
 URL : <http://www.chronix.co.jp>