



熱の合理化に役立つナショナル電熱の

HI-WATT カートリッジヒーター

長寿命・高ワットの驚異的性能を持ち高品質なカートリッジヒーター類



ナショナル電熱株式会社

高品質なHI-WATTカートリッジヒーター

従来のヒーターと異なる画期的な設計と製造方法を採用したヒーター

ナショナル電熱では高熱伝導性・高絶縁性にすぐれた無機絶縁物の開発に成功しました。そしてこの無機絶縁物をパイプ中に圧入して発熱体を埋没した後に圧縮形成して、パイプ・発熱体・無機絶縁物を一体化させました。これによって、長寿命・高ワットの驚異的性能を持つヒーターが得られます。

永年にわたり培われた確かな技術力と開発力により完成した高品質なカートリッジヒーターが、“ナショナル電熱のHI-WATT(ハイワット)カートリッジヒーター”です。スタンダードとサーモカップル入りがあります。

特長

■熱効率が良く経済的です。

直接伝導として使用できますので、熱を必要とする部分への集中により、熱損失はほとんどなく、消費電力がお得です。

■耐振動性・耐腐蝕性にすぐれています。

パイプ、発熱体、無機絶縁物が一体化され、しかも石のように硬いので、振動による発熱体の偏心、断線が全くありません。パイプを用途に応じて使い分ければ、酸性、アルカリ性等の液体及び気体も直接加熱できます。

■電気の安全性にすぐれています。

パイプと発熱体とは完全に絶縁されていますから、ショートへの心配はありません。可熱性物質も安心して加熱できます。

■広範囲な適応性

どのような形状でも自由に製作でき、しかも液体、固体、気体のすべてに直接加熱できますから、その適応性は無限といえます。

■簡単な温度コントロール

直接加熱ですので、熱伝導の時間差が少ないため、温度制御が簡単に正確にコントロールできます。

■小さな形状で高い温度

従来のヒーターよりも高い熱量が得られるので、形状はより小さくできます。また赤熱状態で長時間使用に耐えます。

的確な温度コントロールで均一な製品が得られるサーモカップル入り

HI-WATT カートリッジヒーターにサーモカップルを内蔵させたヒーターは、狭い箇所や温度を間接的にキャッチするため、温度差が出る箇所など温度コントロールがむずかしい箇所に使用され、的確な温度コントロールが出来る画期的なヒーターです。

現在樹脂成形のヒーター温度コントロールは経験とカンにたよっているが、このヒーターの出現によって一定温度にセットしておけば絶えず均一な製品が得られます。よって量産化と良品質が未経験者の操作で出来るものです。オーバーヒートする前にサーモカップルが作動するためヒーター寿命が永く維持できるホットチップ用ヒーターとして開発されましたが他の産業界でも注目されている製品です。

特長〈サーモカップル入り〉

■樹脂の熱分解防止

■ホットチップ内のオーバーヒート防止

■ホットチップ内の的確な温度コントロール

サーモカップルの種類

■K(CA)・J(IC)

目次

4φ・5φ HI-WATTカートリッジヒーター	2
6φ~25φ HI-WATTカートリッジヒーター	3
HI-WATT 容量分割カートリッジヒーター	5
ヘッド・ヒートアップカートリッジヒーター	6
リード線保護と末端処理のバリエーション	8
主な注意事項と設計に役立つアドバイス	9

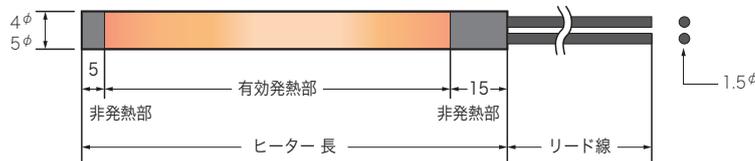
4φ・5φ HI-WATTカートリッジヒーター

被膜リード線が内部より出る小型でハイパワーの高性能製品



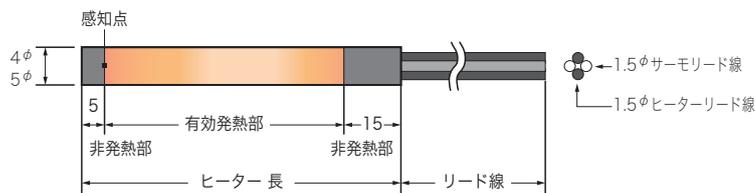
■仕様 4φ・5φ HI-WATT-CH (スタンダード)

外 径	4φ	5φ
ヒーター長	40~120mmまで	40~160mmまで
外径公差	-0.02 ~ -0.08	
電 圧	120V・240V	
電力密度	12W/cm ²	12.7W/cm ²
外装パイプ	ステンレス鋼管(SUS 304)	
リード線	ニッケル燃線・ポリイミド巻ガラス編組電線 標準長250mm. 外径1.5φ	
ヒーター表面温度	820°C	830°C



■仕様 4φ・5φ HI-WATT-CH (サーモカップル入り)

外 径	4φ	5φ
ヒーター長	40~120mmまで	40~160mmまで
外径公差	-0.02 ~ -0.08	
電 圧	120V・240V	
電力密度	12W/cm ²	12.7W/cm ²
外装パイプ	ステンレス鋼管(SUS 304)	
サーモの種類	K(CA)・J(IC)	
ヒーターリード線	ニッケル燃線・ポリイミド巻ガラス編組電線 標準長250mm. 外径1.5φ	
サーモリード線	ポリイミド巻ガラス編組補償導線 標準長250mm. 外径1.5φ	
ヒーター表面温度	820°C	830°C



■規格表(4φ・5φ HI-WATTカートリッジヒーター)

ヒーター外径	長さ(mm)	電圧(V)	容量(W)	カタログ番号
4φ	40	120	30	HS 441
	50	120	45	HS 451
	50	240	45	HS 452
	60	120	60	HS 461
	60	240	60	HS 462
	70	120	75	HS 471
	70	240	75	HS 472
	80	120	90	HS 481
	80	240	90	HS 482
	100	120	120	HS4101
	100	240	120	HS4102
	120	120	150	HS4121
120	240	150	HS4122	
5φ	40	120	40	HS 541
	50	120	60	HS 551
	50	240	60	HS 552
	60	120	80	HS 561
	60	240	80	HS 562
	70	120	100	HS 571
	70	240	100	HS 572
	80	120	120	HS 581
	80	240	120	HS 582
	90	120	140	HS 591
	90	240	140	HS 592
	100	120	160	HS5101
	100	240	160	HS5102
	120	120	200	HS5121
	120	240	200	HS5122
	140	120	240	HS5141
140	240	240	HS5142	
160	240	280	HS5162	

※ご注文の際には……

サーモカップル入りの場合、型式のあとに IC なら J、CA なら K と付記して下さい。
(例) HS441J HS441K

⚠ 使用上の注意

- ・挿入穴とヒーター外径とのクリアランスが 0.1 mm 以下でご使用下さい。
- ・空焚きしないで下さい。空焚きするとヒーター内部の被膜リード線のワニスが炭化して断線します。

- 用途**
- 樹脂成形金型
 - 包装机
 - 各種熱板
 - 印刷機
 - ロール機
 - 医薬品
 - 食品加工
 - 繊維

6φ~25φ HI-WATTカートリッジヒーター

産業界の多彩なニーズにお応えする外径サイズ豊富なカートリッジヒーター

HI-WATT-CH

ハイワットカートリッジヒーター
《スタンダード》



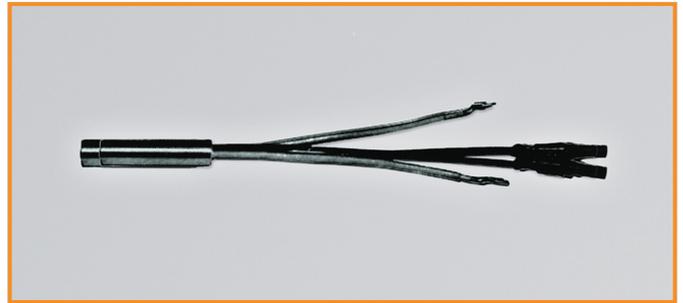
■仕様 HI-WATT-CH (ハイワットカートリッジヒーター/スタンダード)

外径	6φ, 8φ, 10φ, 12φ, 16φ, 18φ, 20φ, 25φ
ヒーター長	50-600mm (これより長いものも製作致します)
外径公差	0 ~ -0.05
電圧	110V・220V
電力密度	13W/cm ²
外装パイプ	ステンレス鋼管(SUS 304)
リード線	ニッケルポリイミド巻ガラス耐熱電線(300mm)
リード線出口	セラミックスシール

※特別仕様のヒーターも製作致します。

HI-WATT-CH-CA

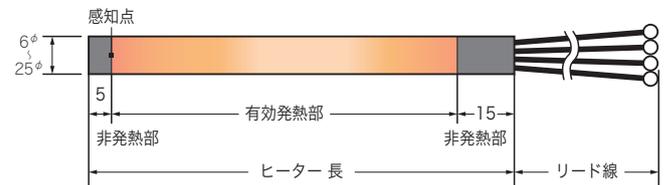
ハイワットカートリッジヒーター
《サーモカップル入り》



■仕様 HI-WATT-CH-CA (ハイワットカートリッジヒーター/サーモカップル入り)

外径	6φ, 8φ, 10φ, 12φ, 16φ, 18φ, 20φ, 25φ
ヒーター長	50-600mm (これより長いものも製作致します)
外径公差	0 ~ -0.05
感知部	先端より5mm
電圧	110V・220V
電力密度	13W/cm ²
外装パイプ	ステンレス鋼管(SUS 304)
リード線	口元より4本(300mm)
リード線出口	セラミックスシール
サーモカップル素線	1φ, 0.65φ

※特別仕様のヒーターも製作致します。



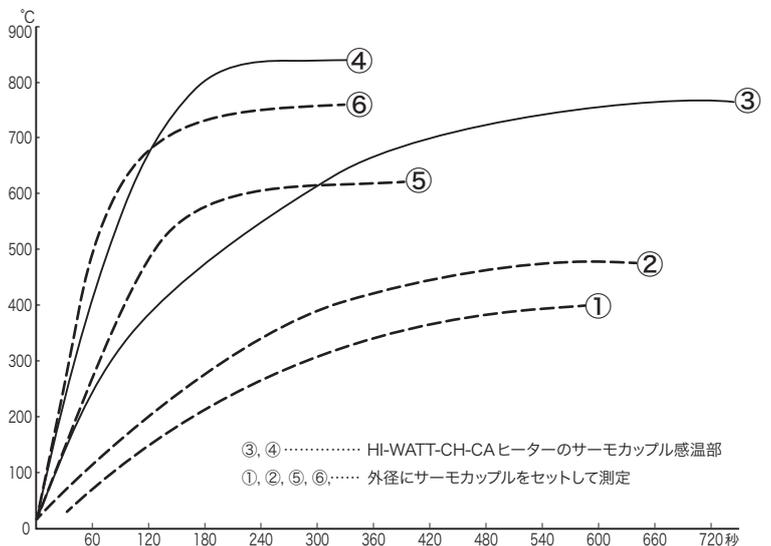
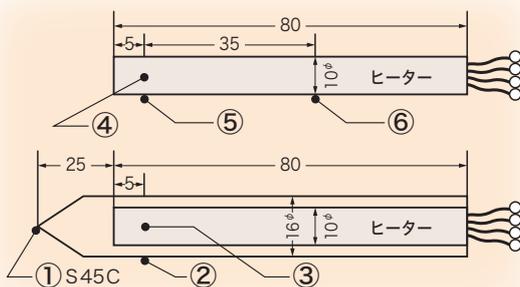
用途

■樹脂成形金型 ■包装機 ■各種熱板 ■印刷機 ■ロール機 ■医薬品 ■食品加工 ■繊維

HI-WATT-CH-CAの加熱データ測定について

■このグラフの数値は空気中にて加熱測定したものです。

測定品：ヒーター外径 10φ×80 mm
ボルト：220V
ワット：180W (9.5W/cm²)



■規格表(6φ-25φ HI-WATTカートリッジヒーター)

ヒーター外径	長さ(mm)	電圧(V)	容量(W)	カタログ番号
6φ	50	110	100	H103
	75	110 or 220	150	H104
	100	110 or 220	200	H105
8φ	50	110	150	H203
	75	110 or 220	200	H204
	100	110 or 220	250	H205
10φ	35	110	120	H302
	50	110	150	H303
	50	110 or 220	200	H304
	60	110 or 220	175	H305
	75	110 or 220	200	H306
	100	110 or 220	250	H307
	100	110 or 220	300	H308
	125	110 or 220	300	H309
	125	110 or 220	350	H310
	150	110 or 220	350	H311
	150	110 or 220	400	H312
	200	110 or 220	500	H313
	200	220	600	H314
12φ	35	110	150	H402
	50	110 or 220	150	H403
	50	110 or 220	200	H404
	60	110 or 220	250	H405
	75	110 or 220	250	H406
	75	110 or 220	300	H407
	100	110 or 220	300	H408
	100	110 or 220	350	H409
	125	110 or 220	400	H410
	150	110 or 220	500	H411
	150	110 or 220	600	H412
	200	220	650	H413
	200	220	700	H414

ヒーター外径	長さ(mm)	電圧(V)	容量(W)	カタログ番号
16φ	35	110	200	H501
	50	110 or 220	200	H502
	50	110 or 220	250	H503
	60	110 or 220	250	H504
	60	110 or 220	300	H505
	75	110 or 220	350	H506
	75	110 or 220	450	H507
	100	110 or 220	500	H508
	100	110 or 220	550	H509
	125	110 or 220	650	H510
	150	110 or 220	650	H511
	150	110 or 220	700	H512
	200	110 or 220	800	H513
	200	220	1000	H514
	250	220	1200	H515

※ご注文の際には……

- サーモカップル入りの場合、カタログ番号のあとにICならJ、CAならKと付記して下さい。
(例) H101J H101K
- ヒーター外径 18φ、20φ、25φ の製品に関しましてはご相談下さい。

 使用上の注意

- 挿入穴とヒーター外径とのクリアランスが 0.1 mm以下でご使用下さい。
- 空焚きしないで下さい。空焚きするとヒーター内部の被膜リード線のワニス炭化して断線します。

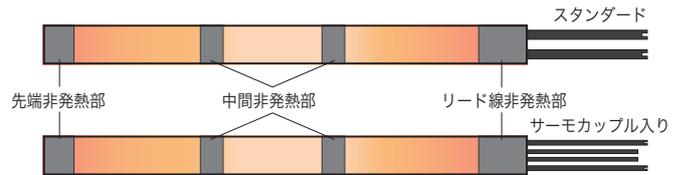
HI-WATT 容量分割カートリッジヒーター

被加熱物の熱の均一化が可能な高ワットヒーター

現在一般に使われているヒーターの発熱状態は長手方向の中央部に熱が集中するので、被加熱物の熱の均一化が非常にむずかしく、作り出される製品のバラツキなど色々支障をきたしてきましたが、ハイワット容量分割カートリッジヒーターは、中央部の熱の集中を防ぐために容量を 2・3・4 分割等容量差を付けることにより被加熱物の熱を均一化することのできる高ワットの入るヒーターです。熱を加えたくない所は発熱させないこともできます。サーモカップル内蔵型もあります。

■仕様 HI-WATT-容量分割CH (ハイワット容量分割カートリッジヒーター)

外 径	6 ^φ , 8 ^φ , 10 ^φ , 12 ^φ , 12.7 ^φ , 16 ^φ , 20 ^φ
ヒーター長	100~1,000mm
リード線本数	2本(サーモカップル入りは4本)
リード線長さ	標準長は300mm(任意に長くする事が可能)
分割の長さとお数	一分割当りの長さは50mm程度(※1表を参照)
サーモカップル	K(CA)・J(IC)



1表 ヒーターの長さに対する分割数について

一分割当りの長さは 50 mm位と考えると下さい。丸印は製作上複雑になりますのでさけてください。

ヒーター長	分割数
100 mm	2
150 mm	2, 3
200 mm	2, 3, ④
250 mm	3, 4, ⑤
300 mm	3, 4, 5, ⑥
350 mm	3, 4, 5, 6, ⑦

寿命の長いヒーターの決め方について

弊社では長持ちのするヒーターの基準を空焚状態に於いて耐えうることを目安に置いています。この目安値は 15W/cm²です。

この数値を超えるにしたがって寿命は落ちていきます。防ぐにはヒーター径と挿入穴のギャップを少なくすることで補います。通常ギャップは 10W/cm²以上は 0.1 mm 位におさえていただければ加熱後のヒーターの抜き出しに支障はきたしません。又、寿命が長くなります。

非発熱部について

ヒーターには製作上非発熱部がありますので、ワット密度を算出したり分割する場合には必要な部分です。

中間非発熱部の効果は、温度の均一化に重要な役割をはたします。温度の高い部分は水が低い方に流れるように非発熱部に取られて温度の均一化をもたらします。

外径サイズ	先端非発熱部	中間非発熱部	リード線非発熱部
6 ^φ , 8 ^φ , 10 ^φ	4	6	8
12 ^φ , 12.7 ^φ	5	8	10
16 ^φ	5	8	10
20 ^φ	5	8	15

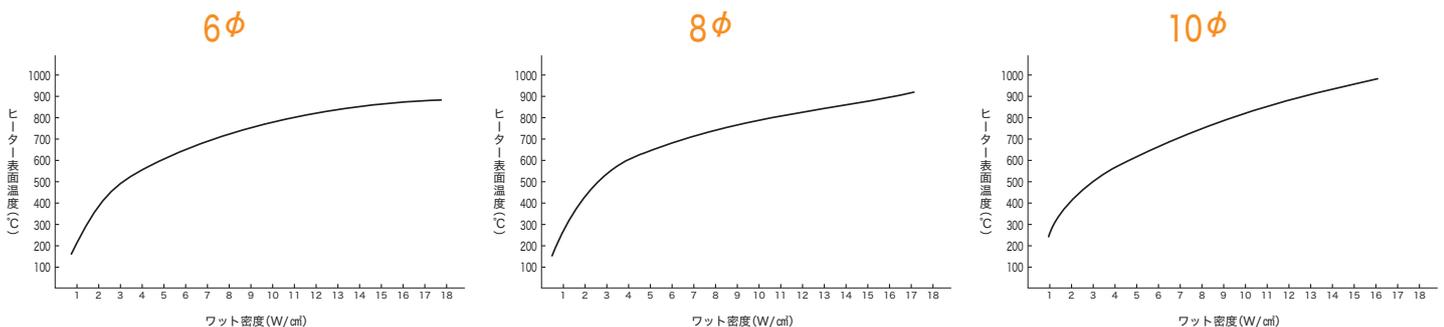
温度差の決め方について

分割された個々の温度差の決め方はワット密度とヒーター表面温度グラフ表を参考にワット密度を算出し数値をグラフにあてはめ、ヒーター表面温度を読み取って下さい。それにより温度差を決めて下さい。ワット密度の計算式はデータ表(1)をご覧ください。※ヒーター表面温度グラフ/データ表(2)は7ページに記載。

データ表(1) =ワット密度とヒーター表面温度のグラフ=

■このグラフはワット密度とヒーター表面温度のグラフです。ワット密度の算出は計算式に所定の数値を入れて下さい。

$$\text{ワット密度 (W/cm}^2\text{)} = \frac{\text{容 量}}{\pi \times \text{ヒーターの直径} \times \text{有効発熱部(ヒーターの長さ - 非発熱部)}} \quad (\text{単位: cm, W})$$



ヘッド・ヒートアップカートリッジヒーター

ヒーターヘッドに十分な熱量を集中できるヒーター

プラスチック界に於ける技術の進歩には目を見はるものがあり、たえず新しいシステムが生み出されています。その中でヒーターのはたす役割はかなりのウエイトをしめています。とくにチップに於いてはヒーターは欠かせません。にもかかわらず満足感をあたえるには未だ不十分なのがヒーターの現状です。それはチップの先端の温度を十分に上げるにはヒーターヘッドのパワー不足はいなめません。そこで生まれたのがヘッド・ヒートアップ型ヒーターです。

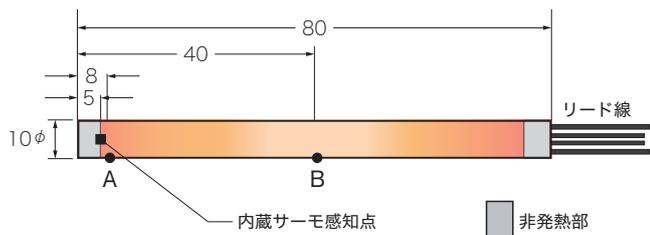
本来ヒーターの先端部 (Head) は非発熱部が 5 mm 位設けられている為にチップのような先端部により高い熱を必要とするには芳しくありません。チップ先端を必要温度に上げるとチップ中央部もより高くなって、樹脂分解など捗々しくありません。それを補うに十分な熱量をヒーターヘッドに集中させたヒーターです。

■仕様 HI-WATT-ヘッド・ヒートアップCH (ハイワットヘッド・ヒートアップカートリッジヒーター)

外径	6 ϕ , 8 ϕ , 10 ϕ , 12 ϕ , 12.7 ϕ , 15 ϕ , 16 ϕ , 20 ϕ
ヒーター長	100mm以上
リード線長さ	標準200mm
サーモカップル	K(CA)・J(IC)



ヒーター表面温度の比較 (測定点 A・B)

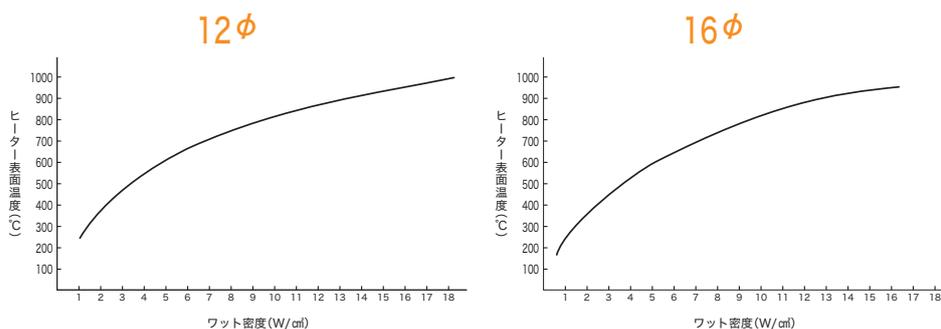


品名	測定点	A	B
HI-WATTスタンダードカートリッジヒーター		322.5°C	375°C
ヘッド・ヒートアップカートリッジヒーター		322.5°C	335°C

※内蔵サーモを400°Cに設定した時のヒーター表面A・Bの温度です。

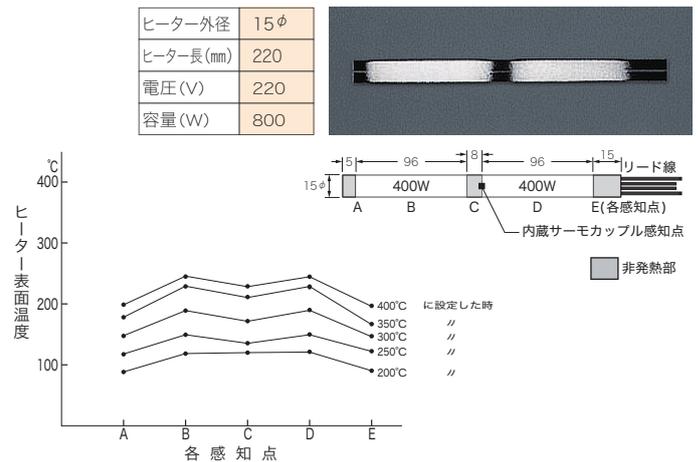
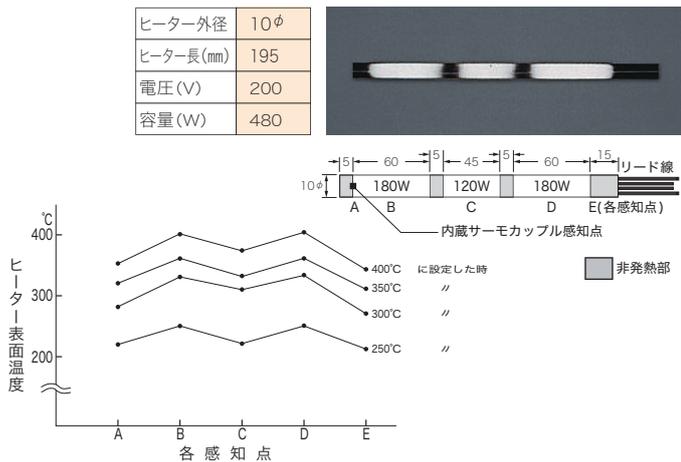
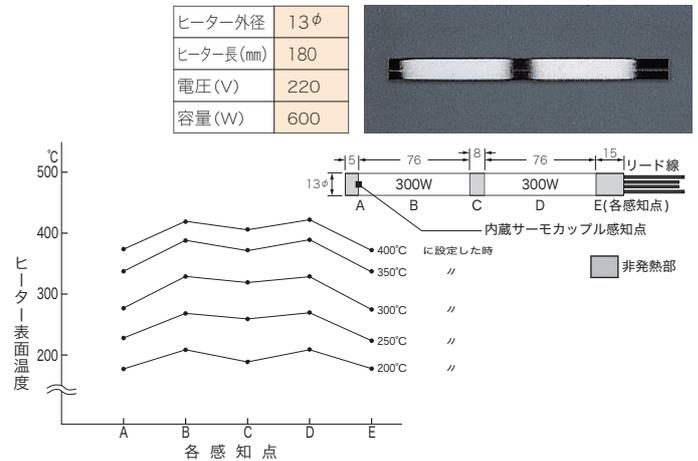
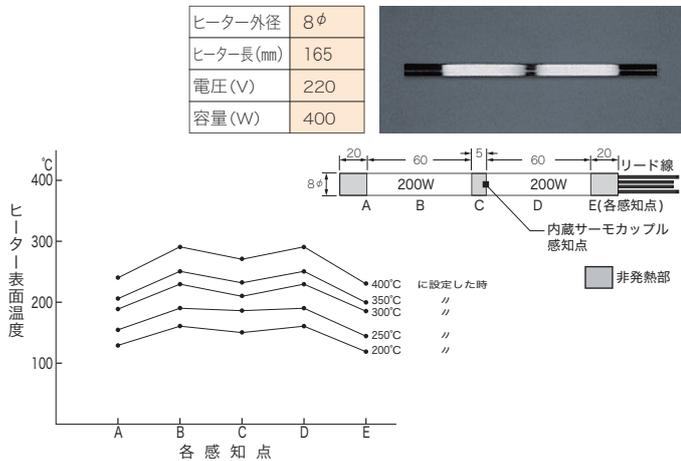
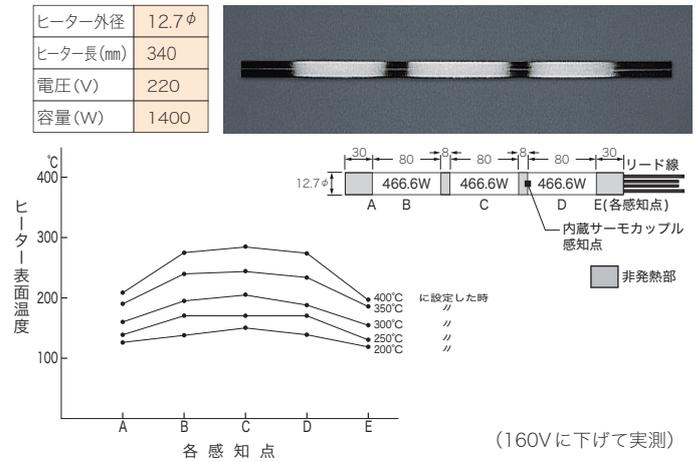
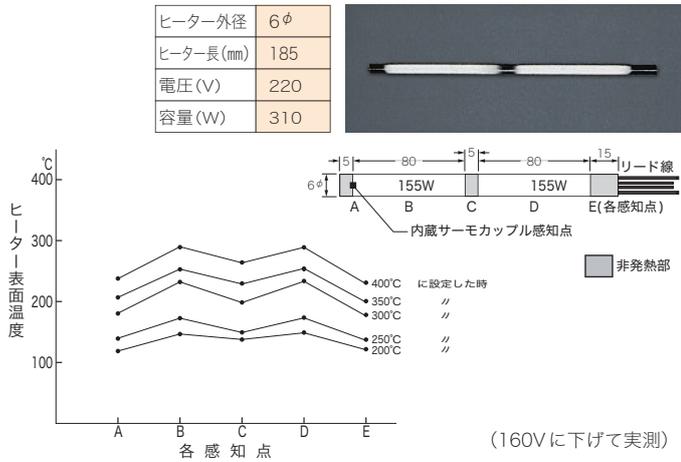
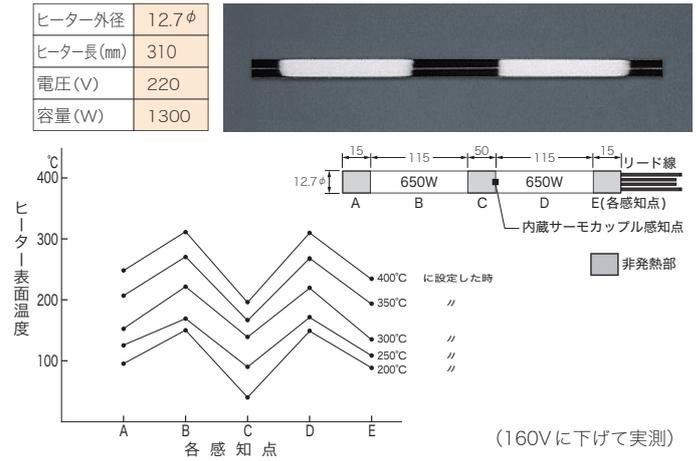
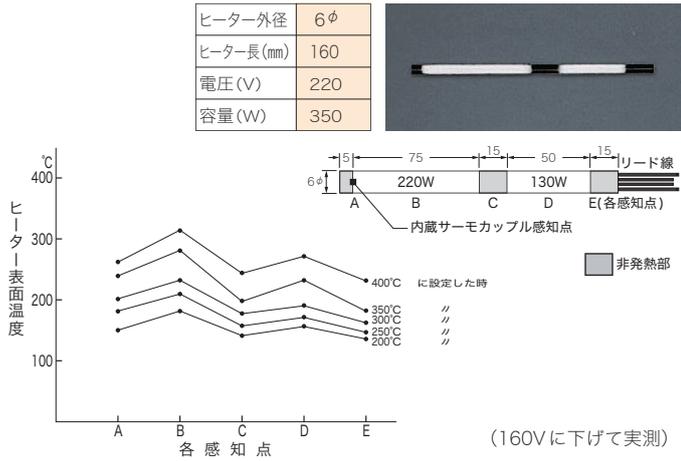
◆製品：CAサーモ入りカートリッジヒーター 10 ϕ ×80 ϕ 200V 200W

●HI-WATTカートリッジヒーター(6W/cm²以上)



データ表(2) HI-WATT 容量分割カートリッジヒーター(サーモカップル入り)

■記載グラフはサーモカップル内蔵ヒーターのサーモカップルを各一定温度に設定した時のヒーター表面温度を測定したものです。



※グラフは同一条件環境のもとで弊社工場内で測定したものです。容量分割カートリッジヒーターをご理解いただくための参考データとしてお役立て下さい。

■リード線保護と端末処理のバリエーション

カートリッジヒーターの弱点はリード線にあるといっても過言ではありません。そこで、振動・摩擦・液体のたれおち・取り扱いの上手下手・湿気、等によって脆さを補うことにより、さらに長寿命のヒーターを得ることが出来ます。用途に応じたタイプをお選び下さい。

1 シリコンゴムキャップ タイプ (防湿・振動・液体用) Aタイプ

ヒーター径 φ	D φ	L
10	15	60
12	16	40
14	20	60
15	20	60
16	21	60

1 シリコンゴムキャップ タイプ (防湿・振動・液体用) Bタイプ

ヒーター径 φ	D φ	L
10	12	50
12	14	50
14	16	50
15	17	50
16	18	50

2 シリコンゴムシール、エポキシシール タイプ (防湿・振動用)

3 保護管 タイプ (防湿・振動用)

4 90°エルボウ タイプ (振動・液体・摩擦用)

ヒーター径 φ	D φ	L
6	3	22
8	10	24
10	12	24
12	15	30
16	18	38

5 ローレット口金 タイプ<横出し形> (振動・摩擦用) ●フレキシブルコンジット付き

ヒーター径 φ	D φ	FD φ
10	18	10
12	18	10
14	20	10
16	22	10
20	25	10

6 ローレット口金 タイプ<ストレート形> (振動・摩擦用) ●フレキシブルコンジット付き

ヒーター径 φ	L	D φ	FD φ
6	15	12	8
8	15	12	8
10	15	16	なし
10	25	16	10
12	25	18	10
14	25	18	10
16	25	20	10
20	25	25	10

7 卵形フランジ タイプ<ストレート形> (防湿・振動用)

1 2と併用出来ます。

※ P, D₂ は任意に加工できます。
※ t: 厚さ

ヒーター径 φ	D ₂ φ	R ₁	R ₂	L	t	P
6		6	3	18	1	
8		6	3	18	1	
10		10	5	27	2	
12		10	5	27	2	
14		10	5	27	2	
15		12	6	30	2	
15		12.6	6.3	32.5	2	
16	3.5	12	6	30	2	13
16		12.6	6.3	32.5	2	
18		14	5	37	2	
20		14	5	37	2	

8 ビーズ碍子 タイプ (耐熱用)

※ L₁ は任意です。

ヒーター径 φ	L ₂	D φ
6	3.1	3.1
8	3.1	3.1
10	4.2	4.2
12	4.2	4.2
14	5.1	5.1
15	5.1	5.1
16	5.1	5.1
18	6.7	6.7
20	6.7	6.7

9 イマージョン タイプ (液体用) 1 2と併用出来ます。

ヒーター径 φ	L	A	PTネジ
10	14	21	3 8
12	14	21	3 8
14	17	29	1 2
15	19	32	1 2
16	19	32	1 2

10 丸形フランジ タイプ (防湿・振動用) 1 2と併用出来ます。

ヒーター径 φ	D φ	t
6	12	2
8	14	2
10	15.20	2
12	20	2
14	20.25	2
15	25	2
16	25.30	2
20	30.35	2

■主な注意事項と設計に役立つアドバイス

ヒーターの事故・故障・断線の90%以上は容量の選定や使用方法によるところが大きい。これらを防ぐために主な注意事項を示します。また、より良く使用するためのアドバイスをお読みいただき、製品及び商品の設計にお役立て下さい。

ヒーター取扱上のご注意

ヒーターの事故・故障・断線の90%以上は容量の選定や使用方法によるところが大きい、主に以下の注意が必要です。

1. クリアランスは少なくする。

空気は熱伝導が悪いので、断熱の役を果たします。ヒーターと挿入穴のクリアランスが多いと、空気断熱によりオーバーヒートします。クリアランスは少なくすることが寿命を延ばす要素です。

- 〈スタンダードカードリッジヒーター〉
 - 2-3W/cm²: 0.2mm以内
 - 4W/cm²: 0.1~0.15mm
 - 5-6W/cm²: 0.05~0.1mm
- 〈ハイワットカードリッジヒーター〉
 - 6W/cm²まで: 0.2mm以内
 - 6-10W/cm²: 0.1~0.15mm
 - 10-15W/cm²: 0.05~0.1mm
 - 15W/cm²以上: 0.05mm

2.ON, OFFの回数を少なくする。

ON・OFFが多いと、抵抗線の表面にできる保護膜を突撃電流が剥し、その繰り返しで抵抗線が痩せ細って断線します。

- 1分間1回以上の場合、容量の70%でご使用下さい。
- 10分間で1回以上の場合、容量の75%でご使用下さい。
- 1時間で1回以上の場合、容量の80%でご使用下さい。

3.ワット密度(表面負荷)を小さく取る。

4.ヒーターの配列は適正な間隔で。

ヒーター間の距離が狭すぎるとオーバーヒートを起こし、離れすぎると温度ムラが起きます。ヒーターの配列は寿命を延ばすのに重要な要素です。(図-1参照)

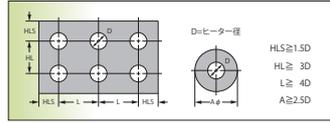


図-1

5.ヒーターは、湿気を嫌います。

ヒーターに使用されている絶縁物は、湿気を吸着しやすいマグネシア(酸化マグネシウム)を使用しています。無機酸化物で吸湿性の無い物質はありません。一般的にヒーターに使用されている湿気防止剤は、シリコンワニス、シリコンゴム、シリコンオイル等シリコン系有機材を使用しています。ヒーターは発熱しますので、有機材の使用温度にも限界があり、当然防湿効果も落ちて吸湿します。長期未使用や機械的取り付けてから長期間放置した場合や雨期等では絶縁抵抗値が下がり、感電の恐れがあります。ヒーター表示以下の電圧を印加して100℃以上300℃以下ぐらいで自己回復させるか、乾燥箱等に入れて絶縁を回復させて下さい。保管場所には十分配慮して下さい。

⚠ 警告 一安全にお使いいただくために

- 使用前に湿気を除去して下さい。(特に雨期、冬期) 感電の恐れがありますので、電圧を下げ、予備加熱で100℃以上上げて乾燥させた後にプルーカを入れて下さい。保管には乾燥剤の使用が望ましい。
- 強い衝撃などにより破損したと思われる時は使用しないで下さい。異常発熱を起す恐れがあります。
- 発熱中に水につけたり、濡らさないで下さい。火傷や感電の恐れがあります。
- 発熱中は燃えやすい物は近づけないで下さい。火災の原因になります。
- ヒースを確実に取り付けて下さい。故障や漏電のときに感電する恐れがあります。
- アースの組み込みや配線作業には電源を切ってから行って下さい。感電や火傷の恐れがあります。
- 誤配線や接続端子の絶縁不良等無いか確認作業を行って下さい。感電や火災の原因になります。

より良く使用するためのアドバイス

我々の祖先は火という素晴らしい発見をし、今日迄幾多の変遷をへて電気の熱という近代的な発熱源を生み、その発展は目を見張るものがあります。そして以下の理由により、あらゆる産業界で電熱が使用されています。

【電熱が使用される理由】

- ▶ 加熱装置が簡単に取扱いが容易
- ▶ 燃焼に比べて作業が簡単で清潔
- ▶ 温度制御が簡単
- ▶ 急速加熱や局部加熱が容易
- ▶ 空気を必要としないので真空加熱が可能

電熱の加熱方法には、加熱原理より分類すると抵抗加熱、アーク加熱、誘導加熱、誘電加熱の4加熱方式があり、一般的にヒーターと呼ばれるのはニクロム線を用いている抵抗加熱方式です。

ヒーターにはニースヒーター、カードリッジヒーター、鉤コイルヒーター、マイクロ(細管)ヒーター、マイカヒーター、シリコンラバーヒーター等があり、これらニクロム線を使用したヒーターは断線という宿命を荷っています。容量や使用方法如何によって寿命の長短が左右されます。ヒーターをより良く使用する為には以下の点に注意すべきを、コンパクト化された為に濃縮して容量を詰め込まれたヒーターの中でも製造方法や使用方法が難しいカードリッジヒーターについて述べます。

【カードリッジヒーターの種類と構造】

1. LOW-WATT-CH(ローワット(スタンダード)カードリッジヒーター) → 低温度使用
 - 軸方向に4〜6ヶの穴のあるセラミック・マグネシア陽子にコイル状のニクロム線を通した構造。(図-2参照)
2. HI-WATT-CH(ハイワットカードリッジヒーター) → 高温や過酷な条件で使用
 - ニクロム線をシース内壁の近いところに埋設し絶縁物粒間の熱伝導の悪い空気層を少なくする目的で減径加工を行ない、ニクロム線が発生した熱をヒーターに留めず速やかに外に放熱させる構造。(図-3参照)

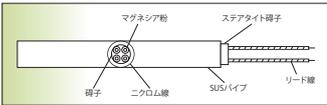


図-2

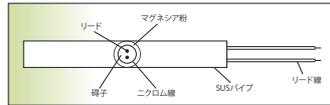


図-3

【ヒーターの寿命】

ヒーターには絶対という言葉はありません。使用方法によって寿命の長短が決まります。製造上のミスによる断線は2〜3日で生じ、遅くとも一週間以内です。それ以上で生じた場合は指示容量が小さすぎると使用方法が適切でない事が挙げられます。特に高温、真空、放射等過酷な条件下では注意が必要です。又、低温とはいえヒーター配列やクリアランス等を無視すると寿命は短くなります。

桃山時代の焼酎に志野焼があります。細の志野長石は1300℃ぐらいで溶けますが、桃山時代は窯の効率が悪く5〜6日ぐらいの日程をかけて細の志野長石を溶かします。この時の窯内の温度は1150℃ぐらいです。温度が低くとも長時間かけて高温と同じになります。又、耐熱250℃の非酸化テフロンド線が入ったSUSフレキシブルコンジットを150℃雰囲気中に配線すると24時間で溶けた例もあります。これらのように温度が低くとも高い温度と同じ作用をします。

【熱の伝達】

熱の伝達には以下の3つがあります。

- 熱伝導(Conduction of heat)
- 熱対流(Convection of heat)
- 熱放射・輻射(Radiation of heat)

カードリッジヒーターにとって寿命の良い伝達方法を順に並べると

- 1) 伝導 被加熱物に穴を開けてヒーターを挿入して使用する方式です。断線による要因として高い使用温度、クリアランス、配列、ON・OFF等です。
- 2) 対流 空気やガス等を強制的に対流を起こさせる加熱です。対流が止まるとオーバーヒートにより断線があります。
- 3) 放射 熱伝導の悪い空気中に熱を伝えさせる為、加熱では真空、空焼き高温の伝導と同じヒーターによって負担の大きい加熱方法です。容量を低めにしてヒーター本数を増すか、ヒーター径を太くして断線を防ぎます。真空中は放射で4W/cm²のヒーターがオーバーヒートをおこして倍の8W/cm²ぐらいになります。

【ヒーター自身の寿命】

ヒーターの寿命にはいろいろな原因がありますがその中の一つにヒーターの材質が起因による宿命的原因があります。シース材は別にして、抵抗線(発熱体)はNi-Cr系とFe-Cr系の二種類です。絶縁材としてはMgO(マグネシア)が使われています。できるだけ温度は低めで使用する事が応答を速らす策の一つです。又、ヒーターがオーバーヒートにならぬよう被加熱物の対策も必要です。

●Fe-Cr系抵抗線とMgO

この組み合わせの場合、Blackeningと呼ばれる寿命低下の現象があります。MgOと鉄クロム系抵抗線の中の鉄は反応性が良く、ヒーター内部の温度が500℃前後になるとMgO・Fe₂O₃又はMgO・FeO等となってMgOは灰黒色化となり導通状態となって断線します。

●Ni-Cr系抵抗線とMgO

ニッケルクロム系抵抗線の場合、抵抗線の表面が酸化されてCr₂O₃となり表面の保護膜の役をするが、時間の経過とともにCr₂O₃とMgOが反応を繰り返してCr₂O₃・MgO(クロマ)となりMgOは白色から黄褐色、さらに緑色と変化します。発熱対中のCr分が低下し、耐熱度の低いNiが主体となりNiとMgOが反応して黒色化となり断線します。ヒーター内部が600℃前後よりこの現象が起きます。

【クリアランス】

ヒーターと挿入穴とのクリアランスはヒーターの寿命に著しく影響します。一般的にはヒーターが抜けなくなるとの理由で、寿命は無視して大きい穴を開けてあります。クリアランスが大きすぎると寿命に影響をあたえるのは、ヒーターより発生した熱がクリアランス(熱伝導の悪い空気層)間に次々と蓄熱され高温の蓄熱層を形成し、飽和となって一部の熱がヒーターに戻るバックファイヤー現象となってオーバーヒートを生じ、ヒーター自身の発熱温度より高くなり断線となります。これはヒーター・クリアランス・被加熱物のそれぞれ持つ熱伝導度の違いから生じる熱の遅れが主因です。

熱伝導度とは、断面積1cm²、厚さ1cmの両面に1℃の温度差を持つ時、物体を通して毎秒伝導する熱量をカロリーで表した表記方法で単位はCal/cm²・Secで表します。図表(1)で解るように、熱伝導度の悪い空気層(クリアランス)が多ければ多いほどクリアランス間に蓄熱層ができ、熱の伝達に大きな遅れを生じます。蓄熱された熱は被加熱物へと、又一部がヒーターへと伝導され前記の様な結果となります。ヒーターの寿命を延ばすには、ヒーターからの発生熱を留まらぬよう放熱させることが大切です。ワット密度(W/cm²)に対してのおおよその適正クリアランスは図表(2)をご参照下さい。

図表(1): クリアランスと熱伝導度の関係

被加熱物	熱伝導度
空気 0℃	0.000568
空気 280℃	0.000084
(温度の上昇に伴い熱伝導は悪くなります)	
銅	0.148
銅	0.94
アルミニウム	0.5
MgO(ヒーターの絶縁物)	0.01
樹脂	0.00156~0.000277
↓例えば金型の場合。	
ヒーター内部	0.01
クリアランス(228℃)	0.000084
銅	0.148

図表(2): ワット密度に対しての適正クリアランス

カードリッジヒーター種類	ワット密度(W/cm ²)	クリアランス(mm)
LOW-WATT-CH	2~3	0.2~0.1
	4	0.15~0.1
	5	0.1
	6	0.08~0.1
	~8	0.05~0.12
HI-WATT-CH	8~10	0.05~0.1
	10~15	0.07~0.05
	15以上	0.02~0.05

※上記の数値は目安で、ヒーターの発生熱を速やかに外部へ伝導されない場合はクリアランスを少なく、熱伝導を良くするよう被加熱物に工夫が必要です。

【ヒーターの配列】

プレート加熱でヒーターの配列は無視されがちですが寿命に大きな影響を及ぼします。そこでヒーターを作る立場からプレートに於けるヒーターの配列について述べます。まず、ヒーター間の熱の移動を温度勾配で表すと図-4のごとく表されます。

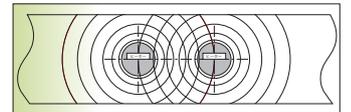


図-4

ヒーター相互の熱が重なることが少ないことが寿命を延ばす

ことで配列は重要な要素です。

ヒーターの製作での発熱体(ニクロム線)の線間ピッチとヒーター(プレートの発熱体)の配列は同一です。

ニクロム線の線間ピッチの選定はP≧3Dで、これは長年の経験から出た数値です。

現在、ヒーターに使用されている発熱体はニッケルクロム抵抗線(Ni-Cr)です。絶縁物は電気を通さず熱を通す絶縁体下の少ない高融点金属酸化物のマグネシア(MgO)です。長時間使用や高温時ではこの組み合わせで反応します。それはNi-Cr線のCrがMgOと反応してCrが減少し、耐熱度の低いNiが主体となりMgOが黒色に変化して導電体になり断線します。線間ピッチの決定は寿命に重大な影響を及ぼします。高ワット密度のヒーターはヒーターその物が断線を早める要素を多分に持ち合わせていますので、使用状態いかんで寿命の長短が決まります。

線間ピッチを狭く取ると図-5のD1とD2の発生した合わせ熱による高い温度の蓄熱層がD1・D2間にてこの熱を伝導するNi-Cr線とMgOの黒色現象が早く進み寿命が短くなります。線間ピッチを広く取る方が良く、しかしピッチを広く取ると同一径、長さ、容量ではニクロム線径を1段細くしないと取れない。逆に線温が速に線温が高くなるので寿命は短くなります。又、線間ピッチがバラツキと狭いところが当然高い温度になるので寿命の低下につながります。これらの点を踏まえてヒーターの製作をしていきます。

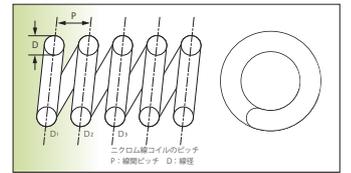


図-5

上記の事柄はそのままヒーターの配列に置き換えられます。そこでヒーターの使用法にも細心の注意を払って御使用願わなければなりません。使用方法で重要なのはヒーターの発生熱を蓄熱されず速やかに奪い去るよう心掛けることです。この点を考慮に入れて設計させられるよう要望します。

ヒーターの配列について例を記します。

図-6の場合:

⇒ HL ≧ 1.5D

1.5D以下なければなるほどプレート表面から高い熱が放出され、効率も悪く、ヒーターも空焼きに近い状態となりオーバーヒートとなって寿命が著しく短くなります。

特に高温使用や真空、放射熱伝達ではこの点を考慮に入れなければならないとせん。

⇒ L ≧ 3D ~ 4D

Lは等間隔にしなければ、熱の均一化は得られません。

Lの距離が広いと使用温度が上昇しにくく、又使用温度に達するまでアルファをヒーターが余儀なくされる為リード線とニクロム線の接続部にダメージを与えます。特に高温時、真空、放射熱伝達では要注意です。

図-7の場合:

⇒ HL ≧ 1.5D

⇒ HL ≧ 3D

⇒ L ≧ 3D

LはHL間の合せ熱があるので、狭すぎると蓄熱量が多くなるので温度が上がるとオーバーヒートとなります。

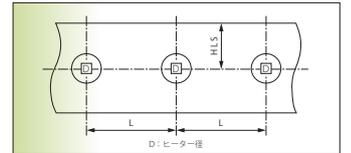


図-6

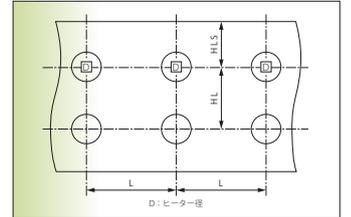


図-7

⚠ 設計するにあたり上記の点を考慮されることを要望します。いろいろと記述しましたが、ヒーターの発生熱を速やかに外部へ放出することです。





www.national-eh.co.jp



HI-WATT カートリッジヒーター / LOW-WATT カートリッジヒーター / 角コイルヒーター / アルミ角ヒーターの

ナショナル電熱株式会社 <http://www.national-eh.co.jp>

〒342-0015 埼玉県吉川市中井 2-11-2 TEL.048(981)0240 FAX.048(981)0349

製品改良のため、外観・仕様などは予告なしに変更することがありますので、ご了承下さい。

■ 代理店