

エレマ発熱体

ELECTRIC RESISTANCE MATERIAL



東海高熱工業株式会社

ファインセラミックスをささえる

EREMA

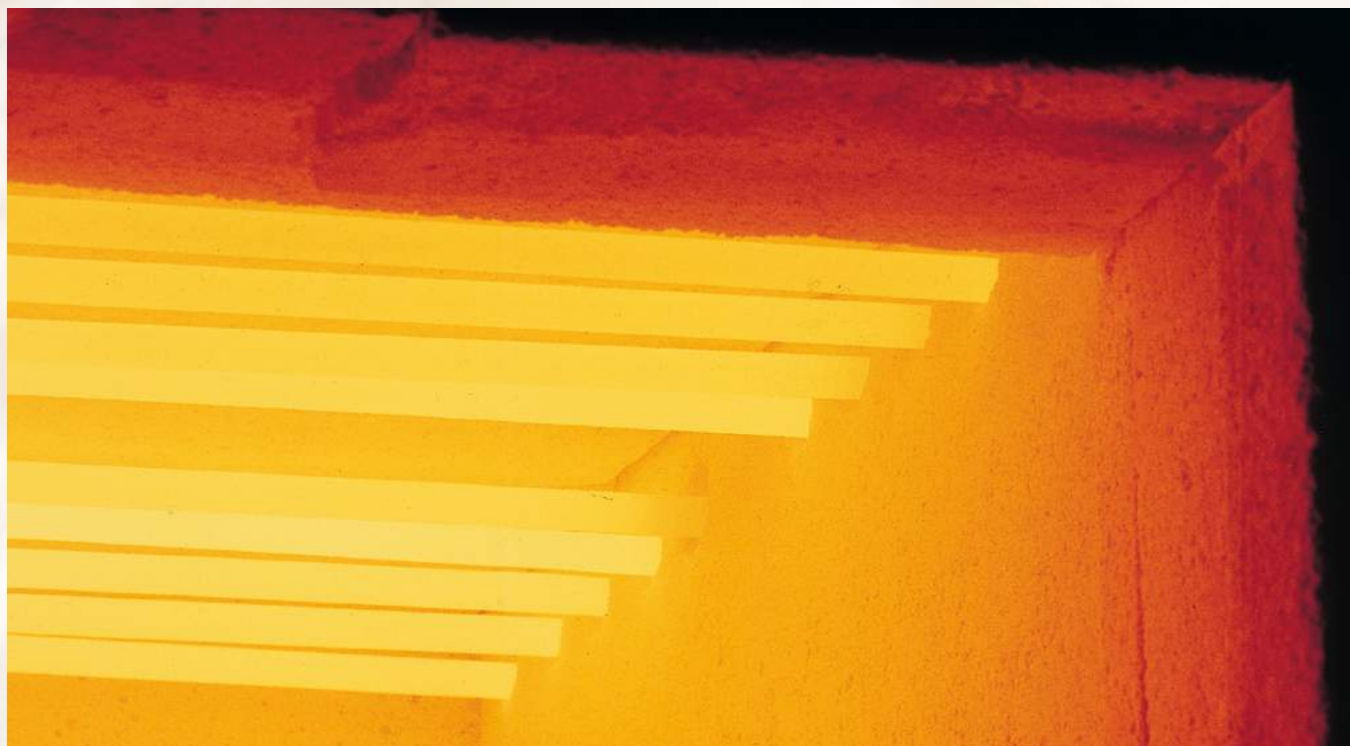
ELECTRIC RESISTANCE MATERIAL

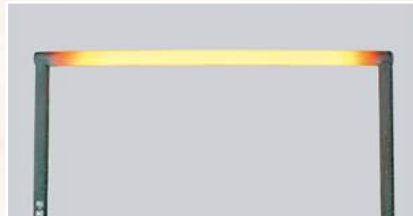
当社は、創業以来炭化けい素をはじめとするセラミック諸材料の応用製品の開発に積極的に取り組んでまいりました。

なかでも、高度な技術と品質が要求される高温高熱技術に関して“**エレマ**”はこの分野のパイオニアとして高い評価を得ており、幅広い用途開発によってあらゆる分野でご愛用いただいております。

私達は常に現代の要請を見通し、技術の向上に努め、より一層の「省エネルギー」「無公害」「高温度」「高品質」をめざして全力を傾注しています。

こうした技術開発と、合理化された最新の設備から生産される**エレマ**製品は地球環境にやさしく、「工業経済の発展」と「豊かな社会の建設」に大きく貢献するものと確信します。





目次

CONTENTS

エレマ発熱体について

用途分野と用途区分 4

エレマ発熱体の種類と特長

E2型・E2-DV型・F2型 5

SG型 5

SGR型 6

U2型 6

W型 6

W-D6型 7

U3型 7

M2型 7

SDL2型 7

SA型 7

E7型、F7型、U7型 7

エレマ発熱体の性質

物理的特性 8

抵抗・温度特性 8

化学的特性 8

エレマSDGsモデル発熱体

物理的特性 9

代表物理特性比較 9

寿命試験(抵抗増加比較) 9

高温、耐酸化性発熱体

SG型・SGR型 10

高温、長寿命発熱体

SA型 11

寿命試験 11

エレマ発熱体の寿命

使用温度 12

表面負荷密度 12

表面負荷密度の限界 12

エレマの定格 12

注意事項 13

通電方法(断続と連続運転) 13

エレマ発熱体の雰囲気による影響

SE型 15

比較寿命試験 15

エレマ発熱体の取付方法

SG型・SGR型の取付け上の注意 17

エレマ発熱体の選定方法

箱型電気炉の電気容量の決め方 18

結線方法 19

エレマの回路定格電圧の計算 19

電力制御装置 20

電力制御装置容量 20

二次電圧補償範囲 20

エレマクリーンEH

省エネ型エレマ発熱体クリーンEHの特徴 21

クリーンEHを使用した実験及びシミュレーション結果 21

エレマ発熱体専用付属品接続端子

HV型クランプ/SL型・SH型ストラップ 22

G型クランプ/GH型ストラップ 23

エレマSGR型の接続端子 23

HCクランプ(羽なし) 24

HCブライヤー 24

ストラップ(SH-トク 両輪) 24

規格表

E2型 25

E2-DV型 26

F2型 27

SG型 28

SGR型 29

U2型 30

SA型 31

U3型 32

M2型 32

E7、F7、U7型 33

SDL2型 33

エレマ 発熱体について

エレマ発熱体は高純度炭化けい素で組成され、わが国で最初に市販された炭化けい素発熱体です。エレマ発熱体は1927年市販以来、鋭意研究を重ね、さらに内外の技術を結集して品質の向上・改良に努めた結果ここに業界最大の生産規模と共に最高品質の製品としてご好評をいただいております。

用途分野と用途区分

金属工業	粉末冶金の焼結
	アルミ合金の溶解、溶湯保持、時効化処理
	自動車、航空機、工作機械部品のガス浸炭焼入
	鉄鋼部品の浸炭、窒化、光輝焼鈍
	各種金型の焼入、焼戻
	ダイス鋼の光輝処理
	機械部品のテンパー、ろう付
	鉄鋼の炭素、硫黄分析、帯鋼のテンパー処理
	鋼線のパテンチング処理
電子工業	セラミックコンデンサの焼成
	アルミナおよびステアタイト磁器の焼結
	圧電素子の焼成
	I・C基板の焼成
	セラミック・レジスタ、バリスタ、サーミスタの焼成
	ソフトおよびハードフェライトの仮焼、焼成
	けい素鋼板の光輝焼鈍、銅ろう付、光ファイバー
窯 業	ガラスの熔融、保持、徐冷
	ガラスの表面処理
	液晶ガラスの熱処理
	レンズの熱処理
	セーフティーガラスの製造および加工
	セラミックおよびガラスファイバーの製造
	各種ファインセラミックスの製造
	石英原料の焼成
	ほうろうの焼付
	陶磁器の焼成
	砥石の焼成
	各種耐火物試験
化学工業	リチウムイオン電池の正・負極材の焼成
	電池原料の焼成
	蛍光塗料の焼成
	各種顔料の焼成
	反応性ガスの加熱
	石炭の乾溜
	活性炭の焼成
	脱脂炉および脱臭炉
そ の 他	各種高温試験炉
	ガス・石油機器点火
	各種工業装置の点火
	各種高温試験
	局部加熱

エレマ 発熱体の種類と特長

エレマ発熱体は発熱体表面温度1600℃まで昇温が可能です。単位面積あたりの発熱量が非常に大きくニクロム線などの5～10倍です。

化学的に安定していて、気体や液体燃料に比べ大気汚染、騒音公害のない環境にやさしい熱源です。

エレマ発熱体には次の種類があり、用途に応じて適した材質・形状のものをお選びください。

1997年エレマ発熱体についてISO9001を取得しました。



JQA-2026
仙台工場

E2型・E2-DV型 F2型

当社の優れた製造技術と永年の研究成果をいかして製造した発熱体で、緻密強固な結晶で構成されています。耐酸化性だけではなく特殊雰囲気で使用できるよう耐食性を向上させており、窒素、水素、アルカリ、鉛、ハロゲンガスなど非常に有害な雰囲気下で使用できます。用途によって耐酸化性、耐食性向上のため各種コートを施すことができます。コートの選定にあたりましては14頁をご参照下さい。

(E2-DV型は旧D型)

製作寸法はE2型φ16～φ30、E2-DV型φ16～φ30、F2型φ35～φ50です。E2-DV型は他社同径品と抵抗値を合わせていますので、置き換えが可能です。



SG型

発熱部にスパイラルの溝を切った発熱体で、E2型・F2型よりも更に高温に耐え、耐食性であり、厳しい使用条件に優れた性能を発揮します。



SGR型

SG型と同じく、発熱部にスパイラルの溝を切った発熱体で片方のみに端部を持っているのが大きな特長です。片側接続端子ですから使用上たいへん便利で、しかも省エネルギー構造の炉が作れます。SGおよびSGRは、使用条件の厳しい場合や、炉内温度が1400℃以上の高温領域の使用に推奨されます。



U2型

E2型・F2型を2本組み合わせてU字型としたものです。一方向に両端部を持つ単相発熱体で、端子接続を片側に集中することができるため炉の設計の自由度が上がります。また、E2・F2と比較して炉にあけるヒータ孔の数を減らすことができ、省エネルギー構造の炉が作れます。



W型

三相電源で用いられる発熱体です。発熱体を3本組み合わせたW字型としたもので、フロートガラス製造炉に採用されています。



W-D6型

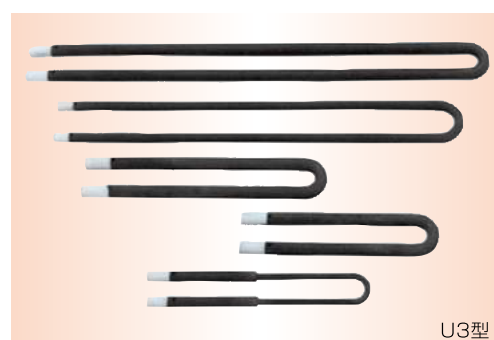
三相電源で用いられる発熱体です。W型よりも表面積を大きくとることができ、よりパワーを印加することが可能な商品です。W型と同じくフロートガラス製造炉に採用されています。



W-D6型

U3型

U2型の先端部を一体型とし均一発熱するようにしたもので、先端部付近の温度低下を解決でき、より多くの電力を入れることができます。製造上製作可能寸法に限界はありますが、電気条件はU2型と同一になっております。使用方法是、先端部が発熱するため垂直装備をお勧めします。



U3型

M2型

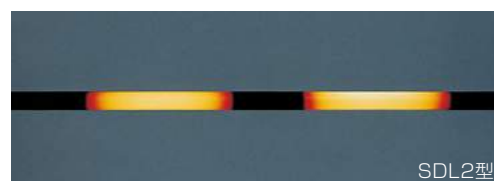
棒状の発熱体は端部が発熱部の延長線上にありますが、M2型は端部が垂直であり、電装関係や端部構造の要請に対応できます。発熱体と被熱物との距離調整も容易です。材質はE2型、F2型と同様です。



M2型

SDL2型

発熱部の中央に非発熱部を有したもので、炉内中央付近の温度を抑えるため、炉内温度分布が改善できる発熱体です。材質はE2型・F2型と同様です。



SDL2型

SA型

SA型は、従来のSiC発熱体の延長線上の製品ではなく、弊社独自の技術により製造された緻密質で長寿命の発熱体であります。仕様についてはご相談ください。

E7型、F7型、U7型

SDGsモデル発熱体です。E2、F2、U2型と形状や電気条件は同じですが、さらに耐食性を向上させるために材質の緻密度を高めています。用途によって耐酸化性、耐食性向上のため各種コートを実施することができます。

エレマ 発熱体の性質

物理的特性

項 目	単 位	品 種					
		E2	E2-DV	F2	SDL2	SG・SGR	SA
見 掛 比 重		3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2
か さ 比 重		2.58	2.58	2.58	2.58	2.8	2.9
気 孔 率	%	20	20	20	20	5	10
曲 げ 強 さ	MPa at 25°C	60	60	60	50	98	100
比 熱	kJ/kg・K at 25°C~1300°C	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
比 抵 抗	Ω cm at 1000°C	0.08	0.10	0.10	0.08/0.10	0.016	0.045
熱 膨 張 率	1000°C ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
発熱体表面温度	°C	1400	1400	1400	1400	1600	1600
エ レ マ 径	mm	16~30	16~30	35~50	14~50	16~55	16~35

項 目	単 位	品 種					
		U2		U3	M2	E7・F7・U7	
見 掛 比 重		3.2		3.2	3.2	3.2	
か さ 比 重		2.58		2.50	2.58	2.65	
気 孔 率	%	20		22	20	17	
曲 げ 強 さ	MPa at 25℃	60		70	60	60	
比 熱	kJ/kg・K at 25℃～1300℃	1.0		1.0	1.0	1.0	
比 抵 抗	Ω cm at 1000℃	0.08	0.10	0.10	0.08	0.08	0.10
熱 膨 張 率	1000℃ (×10 ⁻⁶ /℃)	4.5		4.5	4.5	4.5	
発熱体表面温度	℃	1400		1400	1400	1400	
エ レ マ 径	mm	16～30	35～40	16～30	12～30	20～30	35～40

※詳細のエレマ径はお問合せ願います

抵抗・温度特性

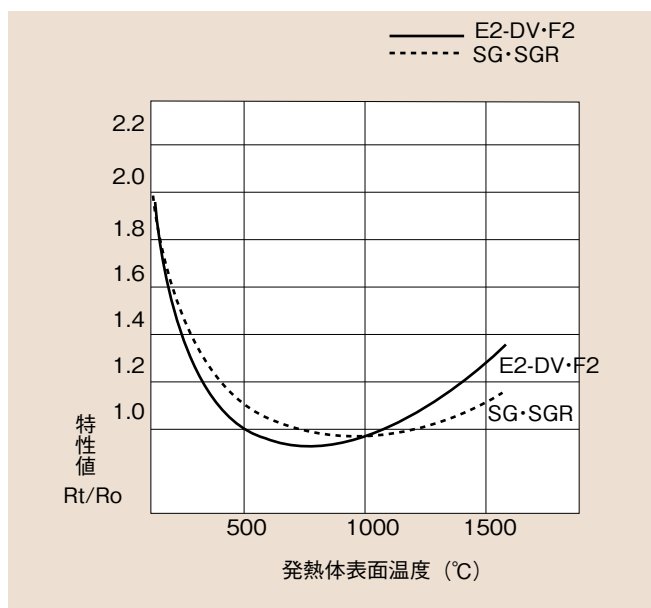
図1に示すように“エレマ”の抵抗温度特性は650°C~700°Cまでは負性（温度が上昇するとともに抵抗値が下がる）ですが、それ以上の温度になると正性（温度が上昇するとともに抵抗値が上がる）の温度係数を持っています。

なお、エレマ抵抗値は通常、空中開放1000°Cで測定した抵抗値であり、常温で測定した抵抗値とは著しく相違しますので、（図1を参照ください）抵抗値についてはご注意ください。

化学的特性

エレマは安定した高純度炭化けい素から成っており、金属ヒータより耐高温性、耐酸化性、耐侵食性では優れております。実際にエレマを高温で使用する場合は水蒸気、水素、窒素、硫黄、ハロゲンなどのガス雰囲気および溶融したアルカリ、アルカリ塩（ K_2CO_3 、 KCl 、 KOH 、 NaF 等）、溶融鉄属（ Fe 、 Ni 、 Co 等）、一部の金属酸化物（ CuO 、 Pb_3O_4 、 FeO 等）などと接触しますとこれと反応し、侵食あるいは酸化などの影響を受けます。

なお、ガス雰囲気での取扱いについては「エレマ発熱体の雰囲気による影響」（P.14）をご参照ください。エレマを侵食する前記物質を取り扱う場合は、直接エレマに触れないよう炉の設計の際、注意が必要です。



■図1 抵抗・温度特性

特性値（ R_t/R_o ）： R_o ……1000°Cの抵抗値
 R_t ……各温度の抵抗値

エレマ SDGsモデル発熱体

物理的特性

エレマ発熱体は、一般に再結晶炭化けい素からなっており広く使用されていますが、近年処理物の多様化により焼成温度・炉内雰囲気が大きく変化しておりエレマの使用についてはご注意ください。

このような環境に対応できるよう、従来からある再結晶炭化けい素発熱体を改良し、より緻密にすることで耐酸化性、耐食性を向上させた発熱体がSDGsモデル発熱体です。

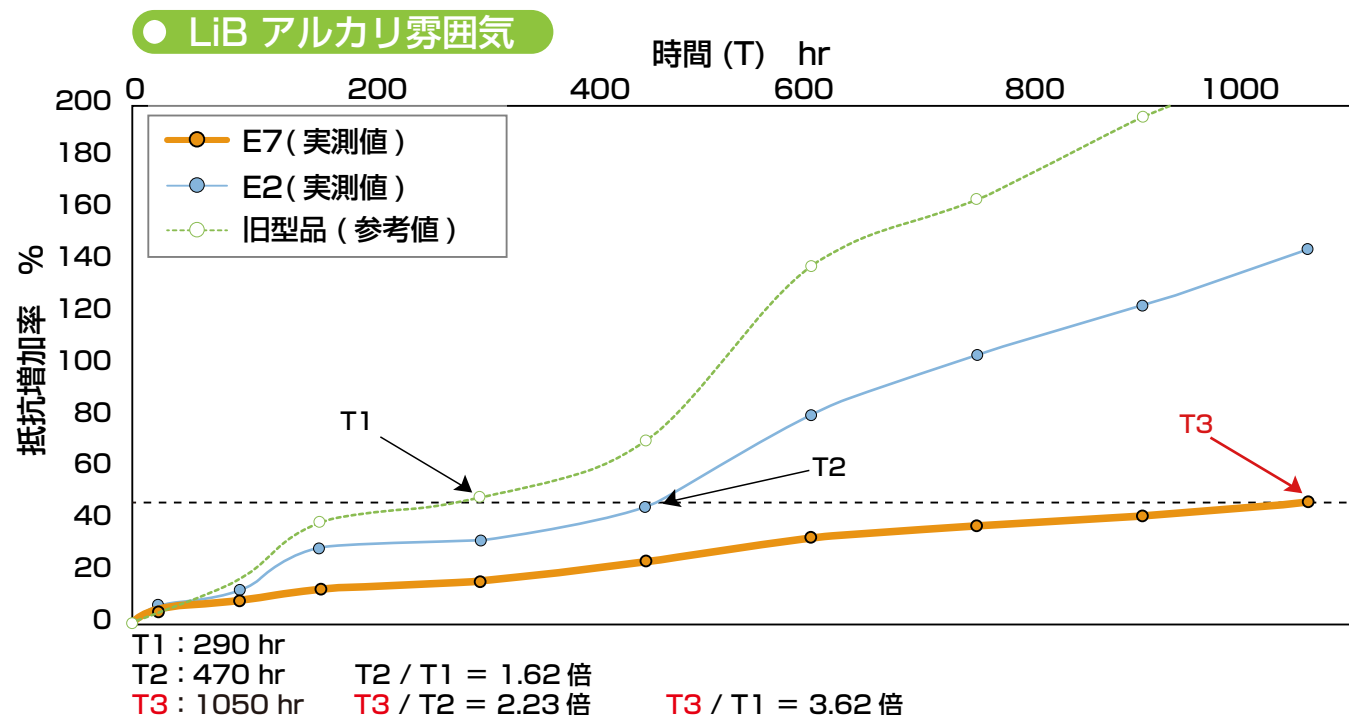
この発熱体を使用することにより、環境負荷の低減や社会の発展により貢献できるよう開発しており、(1) 長寿命による廃棄物削減、(2) メンテナンス回数低減による生産性向上や再稼働時の省エネが期待できます。

代表物理特性比較

型式	SDGs モデル		従来品		SDGs モデルの特長
	E7	F7	E2	F2	
発熱体成分	SiC >98%		SiC >98%		
不純物	Fe Mg Al Ti Ni		Fe Mg Al Ti Ni		
かさ比重	2.65		2.58		高密度 ⇒ 耐食性アップ
見掛気孔率 [%]	17		20		低気孔率 ⇒ 耐食性アップ
曲げ強さ [MPa]	60		60		
発熱部比抵抗 [Ωcm]	0.08	0.1	0.08	0.1	同一電気条件 ⇒ 置換可能
最高炉内温度 [°C]	1400		1400		

従来の発熱体と形状や電気条件は同じであり、各種コートを施すことができます。

寿命試験（抵抗増加比較）



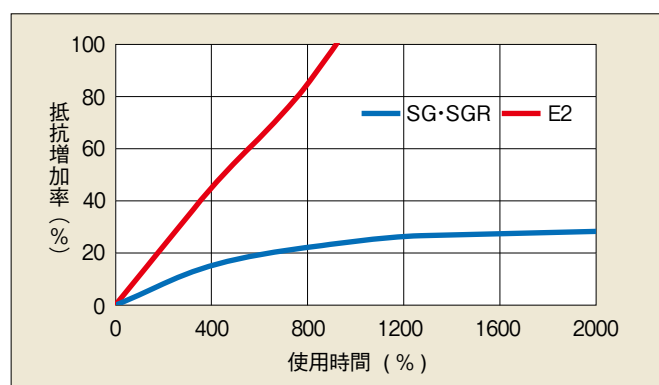
エレマ 高温、耐酸化性発熱体

SG型・SGR型

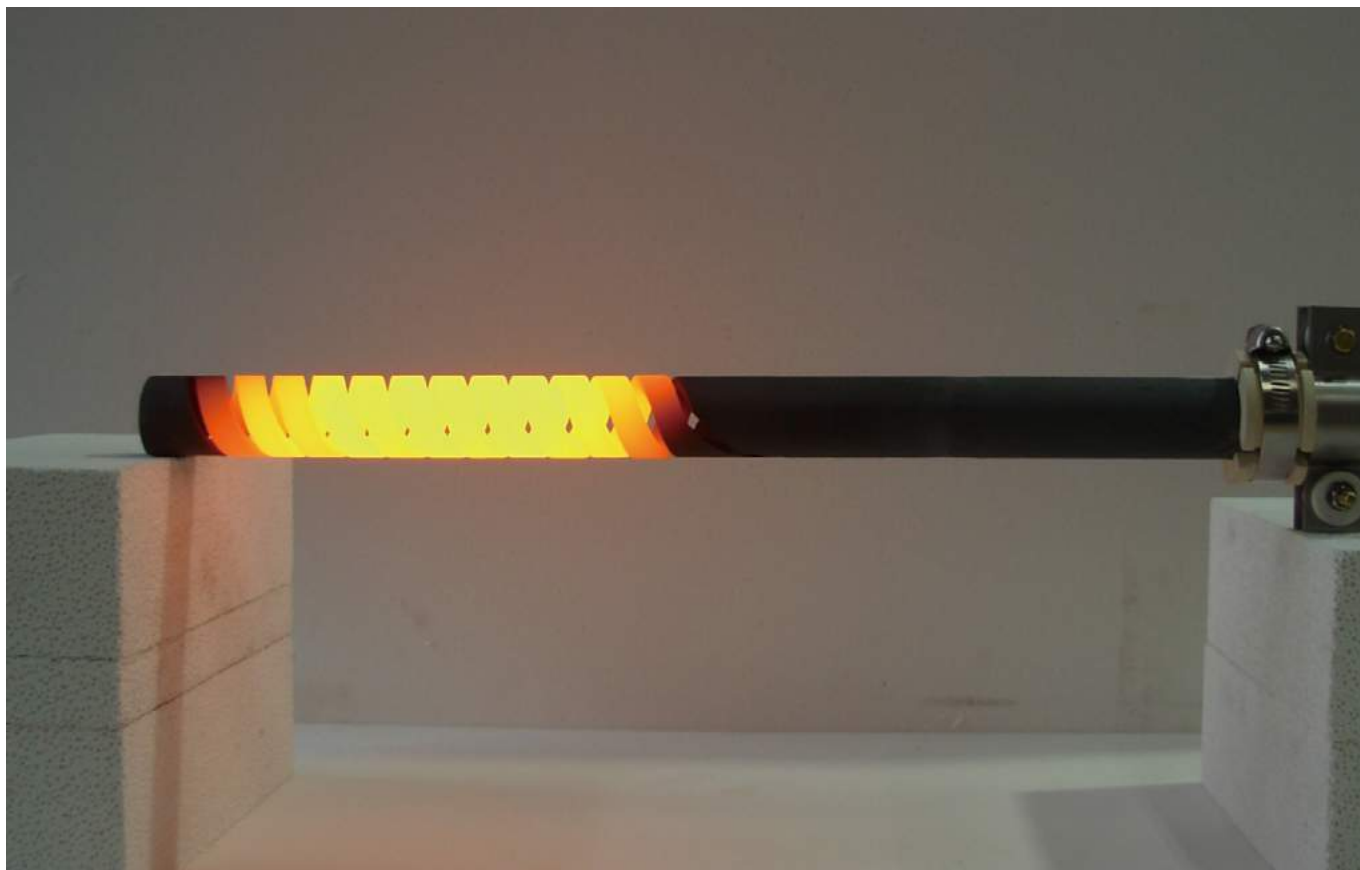
エレマ発熱体の寿命は、炭化けい素の酸化によりけい酸 (SiO_2) を生じることによる抵抗増加がその原因となります。発熱体の耐酸化性の向上を図るため、気孔率を小さくして酸化表面積を少なくし、焼結強度を大きくすることにより、緻密質に改良したものがSG型・SGR型です。

この発熱体は一般のものに比べて緻密質であるため、耐食性があり過酷な条件および高温域での使用に適しております。

SGR 型は端子器具が片側にあるため、保護チューブと組み合わせてご使用いただけます。浸漬ヒータとしてご使用される場合、その他の品種よりも高い表面負荷密度で使用できます。



■図2 SG・SGRとE2の寿命比較 (テスト条件1600℃大気中)



SA型

エレマ発熱体は、一般に再結晶炭化けい素からなっており広く使用されておりますが、発熱体表面温度1300℃以上になると、特に低露点の場合は窒素などの雰囲気との反応が著しくなるため、短寿命となるケースがあります。SA型は、従来のSiC発熱体の延長線上の製品ではなく、弊社の独自の技術により製造された緻密質で長寿命の発熱体であります。その為、この発熱体を使用することにより、(1) 交換などのメンテナンス費用の低減、(2) 環境問題として、省資源への対応および産業廃棄物の低減を図ることが可能であります。

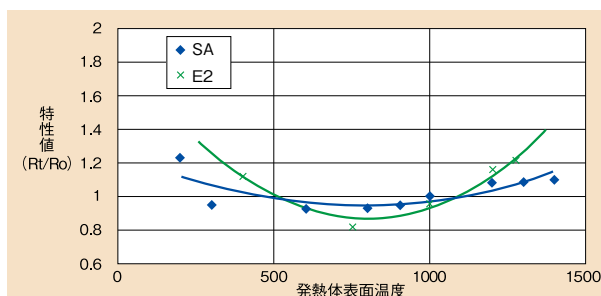


図3 SAの抵抗・温度特性

注：Rt=各温度での抵抗値、Ro=1000℃での抵抗値

主な用途

●特殊雰囲気用ヒーター: SiCと反応するアルカリ、N₂、H₂、H₂O、ハロゲン雰囲気

●高温用ヒーター

*使用例→蛍光塗料、BME炉など

R-T特性

R-T特性は、図3の通りで、E2型よりもフラットに近い正特性を示しております。

寿命試験

(1) 窒素(93%) + 水素(7%) 雰囲気 (炉内温度: 1400℃、DP+30~+40℃)

注：SA発熱体の劣化状況を把握する為、継続してテストを実施(7回の中断を経て、8444hにて終了)

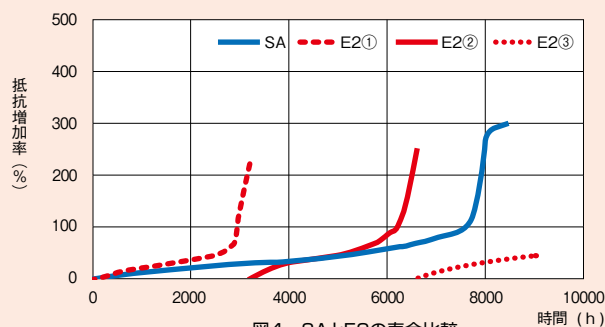


図4 SAとE2の寿命比較

(2) 水蒸気雰囲気 (炉内温度: 1400℃、DP+80℃以上)

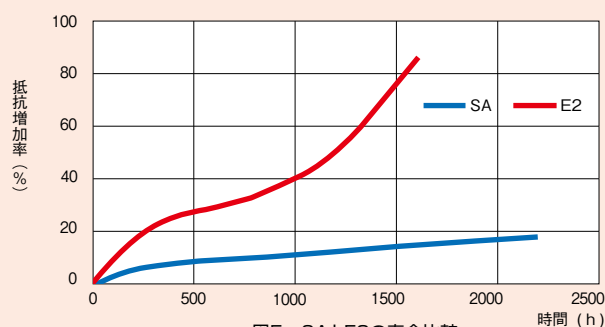


図5 SAとE2の寿命比較

(3) 大気雰囲気 (炉内温度 1600℃)

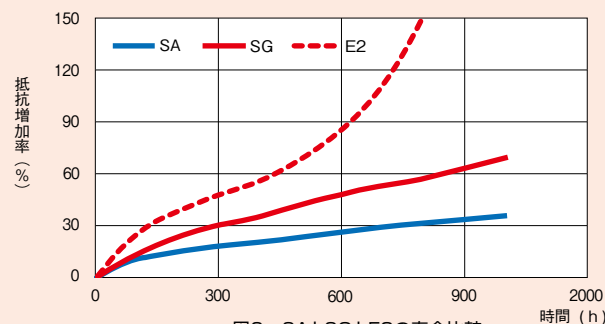


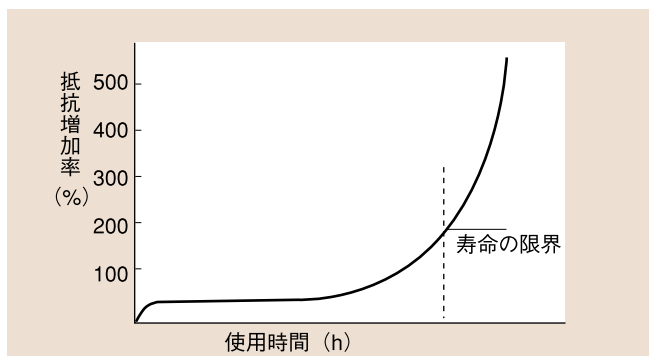
図6 SAとSGとE2の寿命比較

エレマ 発熱体の寿命

炭化けい素発熱体は、一般的に大気雰囲気では使用中徐々に酸化してけい酸が生成し次第に電気抵抗が増加していわゆる劣化が起こります。この酸化反応は次式で示されます。



炭化けい素（SiC）が大気中の酸素（O₂）と反応し、発熱体の表面から順次酸化され、絶縁物であるけい酸（SiO₂）を生成し、その量が増加するため、電気抵抗が増大します。この酸化反応は約800℃から始まり、温度が高くなると反応が早くなります。使用の初期段階はこの反応が急速に進みますが、次第に緩慢となります。



■図7 抵抗増加曲線（E2・E2-DV・F2）

電気抵抗の変化は一般には図7のようになり、寿命の限界はE2型、E2-DV型、F2型・U2型・M2型の場合、初期抵抗から抵抗増加率200%（初期抵抗の3倍）、SG・SGR・SAは初期抵抗から抵抗増加率70%（初期抵抗の1.7倍）まで増加したときを目安としてください。この理由は抵抗が約3倍近くまで増加しますと、それぞれの抵抗値のバラツキが大きくなり、また一本毎の発熱分布も悪くなり、その結果炉内温度分布が悪くなります。

また、炭化けい素発熱体は寿命に近くなると抵抗増加だけでなく、気孔率の変化、強度劣化による折損などを起こしますのでご注意ください。特にSG型・SGR型は寿命に近くなると溶断を起こしやすくなります。

発熱体の寿命、すなわち抵抗値が初期の約3倍になるまでの時間は次の使用条件によって相当差がありますのでご注意ください。

①使用温度②表面負荷密度③炉内の雰囲気および処理物④通電方法⑤結線方法⑥その他発熱体の取付け方法などによって差がありますので、以下これらについて詳しく説明いたします。

使用温度

エレマの温度が高いほど寿命は短くなります。特に発熱体表面温度が1400℃（E2・E2-DV・F2・U2・M2）、1600℃（SG・SGR）以上になると酸化速度が速くなり短寿命になります。したがってエレマの表面温度をできるだけ低くして使用することが望ましいわけです。すなわち炉内温度とエレマの温度差をできるだけ少なくすることが必要です。これについては次項の表面負荷密度（W/cm²）において説明します。

表面負荷密度

エレマに加えられる電力の大きさを表す場合、エレマの発熱部表面積1cm²当りに加えられる電力をもって表し、これを表面負荷密度、または表面負荷（W/cm²）といいます。

エレマの表面負荷密度（電力）を大きくすると温度が高くなりますが、温度が高くなるほどエレマの寿命が短くなります。同じ炉内温度でも図8に示すように表面負荷密度が大きいと、発熱体表面温度が高くなります。

表面負荷密度の限界

図8における使用範囲の線は、あくまでも限界線であり、実用的には限界線の1/2～1/3程度の表面負荷で使用されています。

エレマの定格

エレマの定格は解放大気中で発熱体表面温度を1000℃に保つ電気条件であり、この場合の表面負荷密度は15W/cm²程度となります。この電気条件で炉内のエレマを通電すると過負荷となりますので、ご注意ください。

■ 注意事項

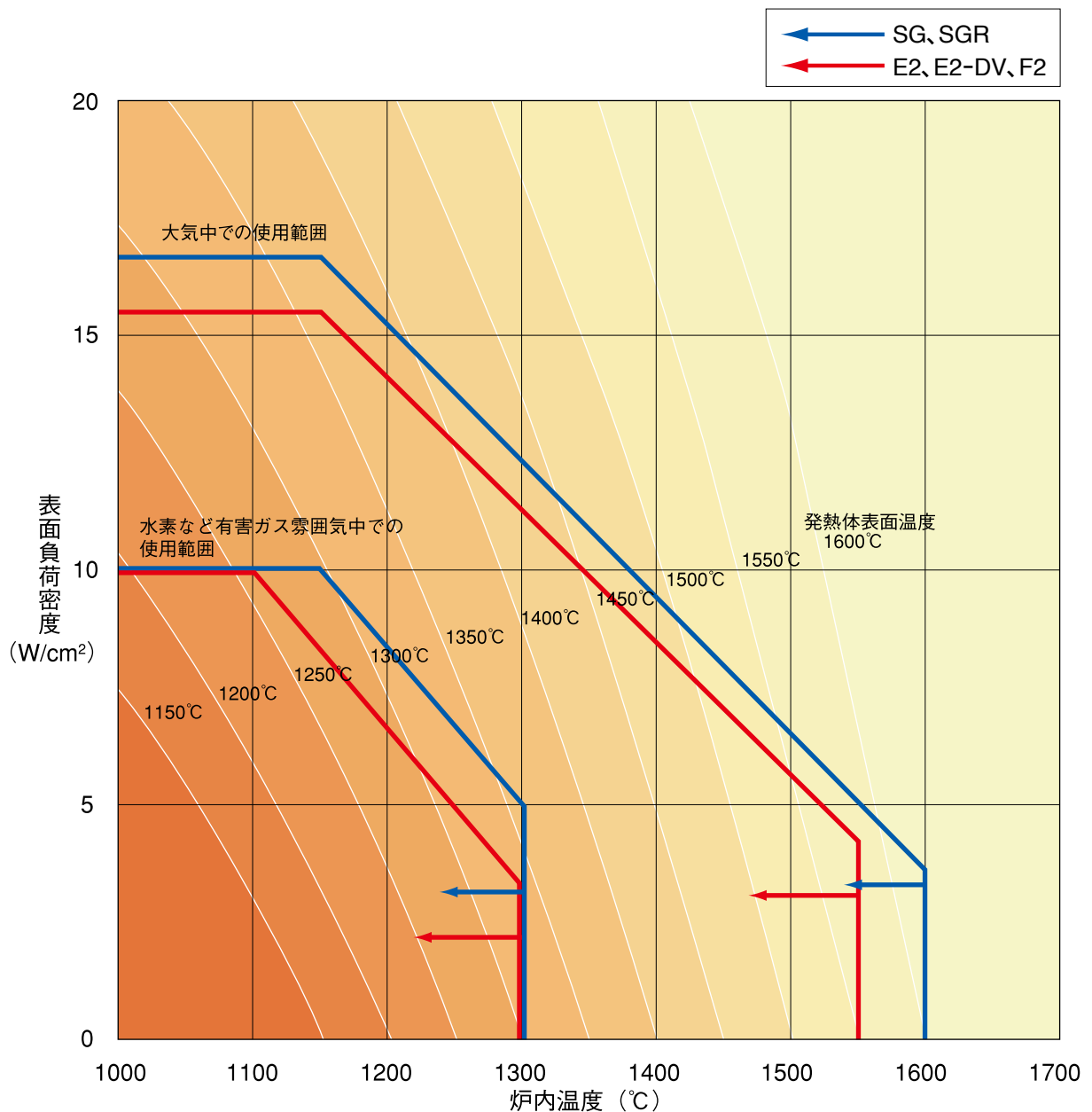
直径がφ30以上のエレマ発熱体は急昇温によりクラックが入り、エレマ発熱体が折損する恐れがありますので、昇温スタート時は炉の定格電圧の1/3程度から徐々に昇温するようにしてください。

■ 通電方法（断続と連続運転）

電気炉を昼夜連続運転する場合と、断続して運転する場合とでは、前者のほうが寿命が長くなります。

炭化けい素発熱体は、使用中に炭化けい素の表面が酸化してけい酸皮膜が生成されます。長期間使用していると、このけい酸皮膜は徐々に増加し発熱体の抵抗が増加します。このけい酸皮膜は結晶変態点付近（270℃）において異常膨張、収縮を起こします。断続使用でこの温度付近を上下しますとこの皮膜の破壊がくり返され、酸化が促されます。

したがって停電などにより炉温が室温近くまで下がった場合は急激に抵抗増加する場合があります。



■ 図8 炉内温度と表面負荷密度および発熱体表面温度



発熱体の雰囲気による影響

炉内雰囲気制御を必要とする場合が多くなり、いろいろな雰囲気内におけるエレマの使用については、ご注意ください。また、焼成中に処理物から揮発する種々な化学物質との反応についても同様です。

そこで、特殊雰囲気や腐食性物質に対し、エレマの老化を防ぐため各種のコート（保護皮膜）を開発しています。適切なコートによりエレマの寿命を伸ばすことができます。

いずれの雰囲気においても、表面負荷は、できるだけ小さくすることをお勧めします。

雰 囲 気	影 響	対 策	推 奨 コ ー ト
水 蒸 気	乾燥大気中の寿命に対し、1/5以下になる場合があります。	新設炉の試運転の時や長時間休止中の炉を再使用されるときは、低温で十分乾燥してから昇温します。	Uコート SE型
水 素 ガ ス	水素中ではエレマの表面温度が1350℃以上になりますと急速に抵抗増加し、機械的強度も低下します。ガスの乾湿の状態により寿命は、大きく異なります。	発熱体表面温度は、1300℃以下で使用されることをお勧めします。表面負荷は小さくすることをお勧めします。（図11をご参照ください）	
窒 素 ガ ス	1400℃以上で炭化けい素と反応して窒化けい素を生成し、寿命を短くします。露点の影響については、水素ガスの場合と同じです。	発熱体表面温度は、1300℃以下で使用されることをお勧めします。表面負荷は小さくすることをお勧めします。（図11をご参照ください）	Nコート
ア ン モ ニ ア 変 成 ガ ス	水素ガス・窒素ガスの場合と同じです。	発熱体表面温度は、1300℃以下で使用されることをお勧めします。表面負荷は小さくすることをお勧めします。（図11をご参照ください）	Nコート Pコート SE型
分 解 反 応 ガ ス	炭化水素を含む雰囲気では、エレマ表面に分解した炭素が付着し、短絡を起こす場合があります。	時々炉内に空気を導入し、炭素を燃焼してください。炉の構造も分解した炭素による短絡が起こらないようエレマの間隔を広くしてください。	
硫 黄 ガ ス	エレマの表面温度が、1300℃以上になりますと発熱体表面が侵され急速に抵抗増加します。	発熱体表面温度は1200℃以下でご利用ください。（図11をご参照下さい。）	
真 空	高真空中では保護膜となるSiO ₂ が生成せず、炭化けい素自身も分解するため、寿命が短くなります。	0.13Pa以上の圧力および1100℃以下でご利用ください。	Pコート
そ の 他	処理物から発生する各種物質、例えば鉛、アンチモン、アルカリ土類の化合物は、エレマと反応して寿命を短くする場合があります。	予め処理物から、これらの物質を除去してください。炉内に排気口を設けて、排出してください。	Hコート Pコートなど

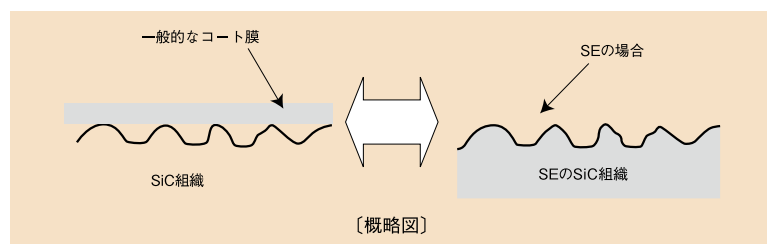
※コートの選択を誤ると、逆効果になる場合があります。その他、特殊コートも用意していますので、お問い合わせください。

SE型

エレマ発熱体は、一般に再結晶炭化けい素からなっており広く使用されておりますが、炉内雰囲気によりエレマの使用についてはご注意ください。また、焼成中に処理物から揮発する種々な化学物質との反応についても同様です。

そこで、特殊雰囲気や腐食性物質に対し、エレマの老化を防ぐため各種のコート(保護皮膜)を開発しています。適切なコートによりエレマの寿命を伸ばすことができます。

SE型は、従来のエレマ発熱体へのコーティングの延長線上の製品ではなく、弊社の独自の技術により開発された高耐久性SiCヒーターであります。一般的なコートはエレマの表面にコート膜層がみられますが、SE型はエレマのSiC組織全体を保護膜が形成するように製造されています(概略図)。そのため、特殊雰囲気や腐食性ガスに対して耐久性があります。



主な用途

- 熔融ガラスの加熱処理
- 水蒸気を含む加熱処理の雰囲気

製作可能寸法

全長2000mmまで。それ以上はご相談ください。

比較寿命試験

(1) アルカリ雰囲気 (炉内温度: 1100℃)

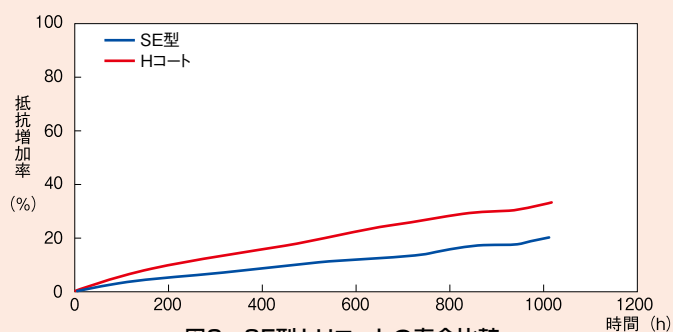


図9 SE型とHコートの寿命比較

(2) 水蒸気雰囲気 (炉内温度: 1400℃、DP: +15~+30℃)

*SEの劣化状況を把握するため、継続してテストを実施。
(3回の中断を経て、3048時間にて終了)

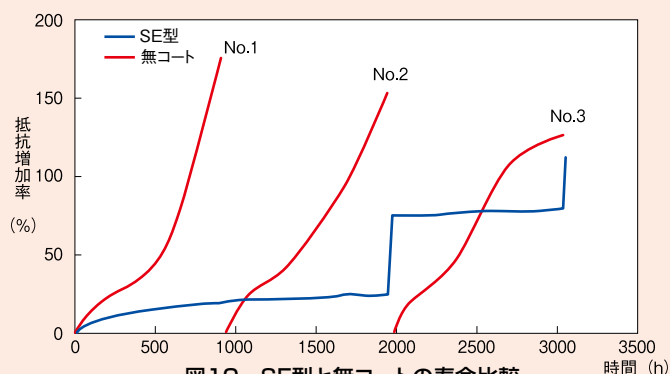


図10 SE型と無コートの寿命比較

(3) 窒素90%+水素10%+水蒸気雰囲気 (炉内温度: 1350℃、DP: +20℃以上)

*SEの劣化状況を把握するため、継続してテストを実施。
(4回の中断を経て、3467時間にて終了)

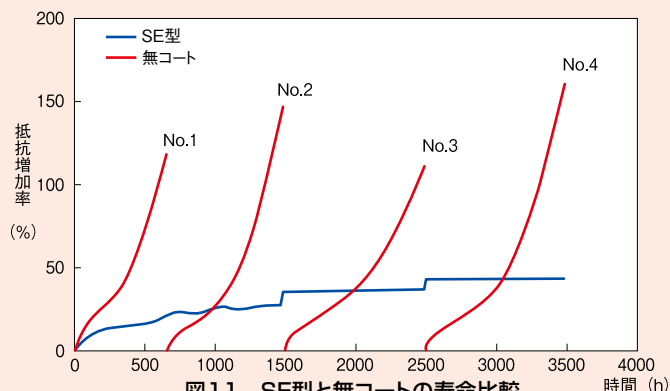
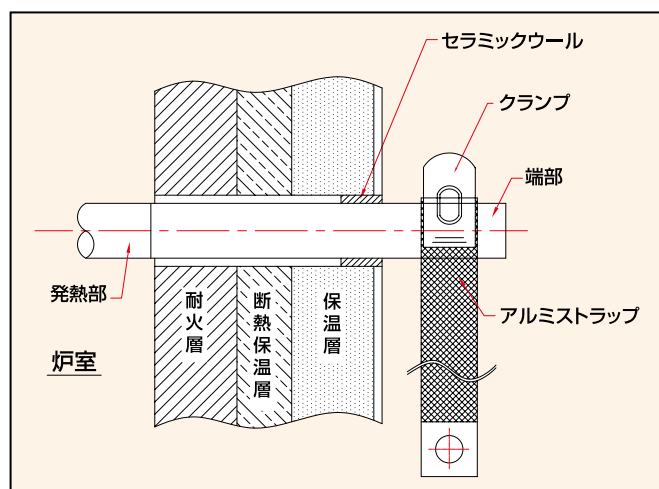


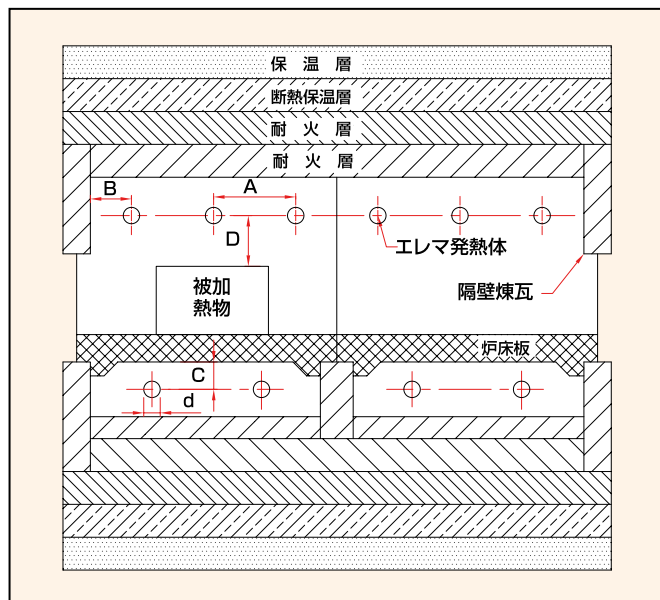
図11 SE型と無コートの寿命比較

エレマ 発熱体の取付方法

- 1 エレマの取付けの際には、特に衝撃を与えないよう、取り扱いにご注意ください。
- 2 エレマ発熱体の煉瓦貫通孔は、次の範囲ではエレマ外径の1.5倍の径が目安となります。
 $\phi 20\text{mm}$ 以下のサイズの場合、煉瓦層150mmまで、および
 $\phi 25\text{mm}$ 以上のサイズの場合、煉瓦層250mmまで
 ①煉瓦層が上記より大きい場合は、貫通孔の径をさらに5mm大きくします。
 ②SG型の発熱体を使用する場合は、上記の目安より5mm大きくします。
- 3 エレマは電気絶縁性は付与していませんので導電物との接触による漏電や人体への感電には十分注意してください。
- 4 エレマを取付ける場合、同一回路のエレマの負荷を均等にするため、できるだけ電流値を揃えることをお勧めします。エレマの端部に書かれている初期の定格電流値を参考にして、電流値の近いものを集めて同一回路にセットしてください。
- 5 発熱部が炉内の中央に位置するように、炉壁から露出するエレマの端部の長さを両側同じにしてください。
- 6 エレマの位置は炉壁貫通孔の中心になるよう取り付け、図12のように周囲をセラミックウールで軽く充填してください。
- 7 接続端子を取り付ける場合はクランプやストラップが炉壁と接触しないように、またストラップは指1本の弛みをもたせるように注意してください。
- 8 結線が終わりましたら指先で軽く押してみても発熱体が楽に動くのを確認した後、通电してください。
- 9 エレマを交換する場合は、同一回路のエレマ全数を新品と取り替えることをお勧めします。新旧の抵抗の違いにより、負荷のバランスが崩れて新品に多くの負荷がかかり、通常の寿命よりも短命になる場合があります。
 なお老化したものは、老化したものだけを同一回路に揃えてご使用ください。
- 10 発熱体の取り付け間隔は図13に示した数値よりゆとりをもって取り付けてください。



■図12 クランプ式取付要領



■図13 発熱体の取付間隔

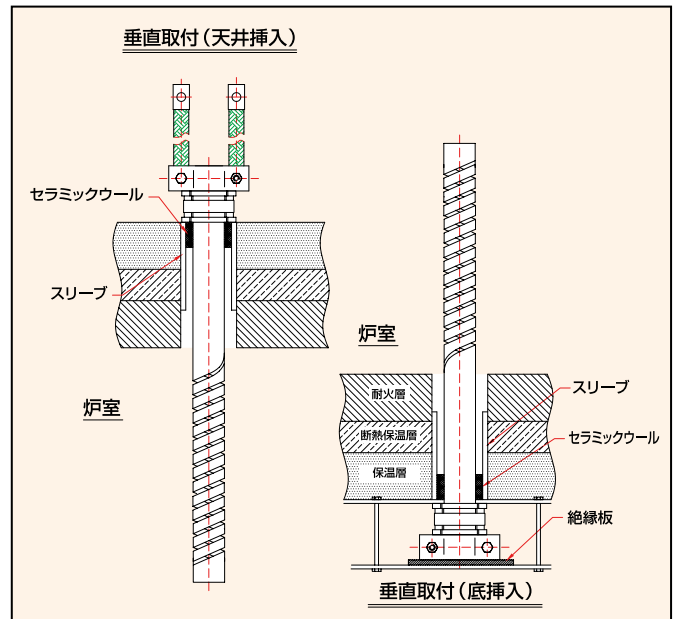
【推奨する発熱体間隔】

- d: 発熱体の直径
- A: 発熱体の間隔 2d以上
- B: 発熱体と側壁煉瓦の間隔 2d以上 (最低30mm)
- C: 炉床板と発熱体の間隔 2d以上
- D: 被加熱物と発熱体の間隔 $\sqrt{2A}$ 以上

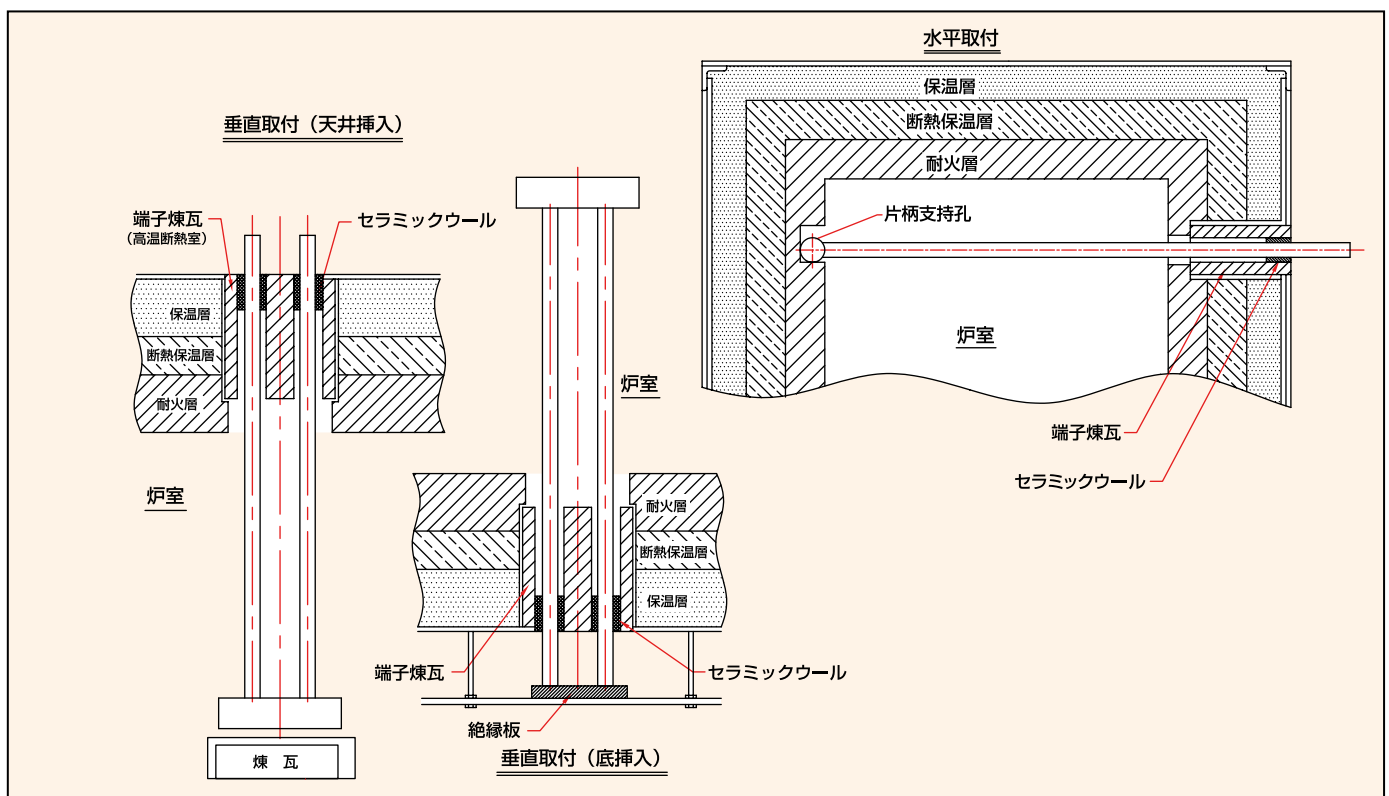
SG型・SGR型の取付け上の注意

SG型・SGR型は、スパイラルに溝を切っております。そのため、他の品種より衝撃に弱いので、取り扱いには特に注意してください。

- 1 ほかの発熱体と異なり、膨張収縮によって多少回転しますから、エレマ貫通孔とストラップには余裕をもたせてください。
- 2 高温で使用する炉の場合は、並列結線にしてご使用ください。
- 3 SGR型を取り付ける場合、側壁貫通孔に高純度のアルミナチューブを挿入することをお勧めします。（これは煉瓦のすれや、耐火物の破片などが付着し、電気短絡を防止するためと、吊下げ使用の場合、エレマを貫通孔の中心に保持することに役立ちます）。
セラミックウールを充填する場合は、エレマの端部にあらかじめウール材を巻きつけて、そのウール材と共に貫通孔に挿入してください。
- 4 SGR型を水平に取り付ける場合は、片端で支えるだけでなく、炉内壁に孔を設けて支持してください。



■図14 SGR型の取付方法

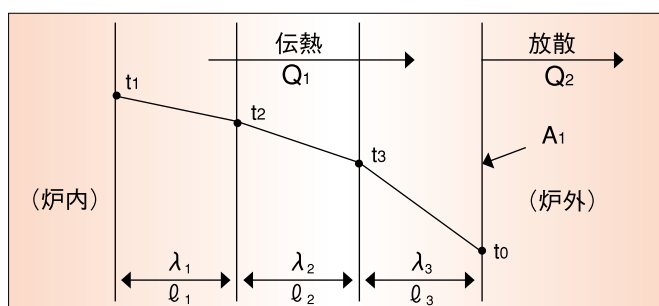


■図15 U2型の取付方法〔注記〕U2型の垂直取付け（天井挿入）の場合は止めピンによる取付けも可能です（ピン孔はオプション）。

エレマ 発熱体の選定方法

箱型電気炉の 電気容量の決め方

各炉壁を通して流れる熱量から、下図および下式から概略求められます。



■図16

P_m : 設備電力 [kW]

A_1 : 各炉壁の外表面積 [m^2]

$P_{s'}$: 理論定常電力 [kW]

P_s : 定常電力 [kW]

(空炉で所定温度を保持するのに必要な電力)

$P_{s'} = \sum Q_1 A_1 / 860$ [kW]

$P_s = \alpha P_{s'}$ [kW] ($\alpha = 2 \sim 3$)

$P_m = \beta P_s$ [kW] ($\beta = 1.3 \sim 2$, 昇温時間により異なる)

$$Q_1 = \frac{\lambda_1}{\ell_1}(t_1 - t_2) = \frac{\lambda_2}{\ell_2}(t_2 - t_3) = \frac{\lambda_3}{\ell_3}(t_3 - t_0) \\ = (t_1 - t_0) / (\ell_1 / \lambda_1 + \ell_2 / \lambda_2 + \ell_3 / \lambda_3) \dots (1)$$

t_0 と Q_2 との関係(図17)..... (2)

$$Q_1 = Q_2 \dots (3)$$

ただし、

Q_1 : 各炉壁間の単位時間、単位面積あたりの伝熱量
[kcal/m²h]

Q_2 : 単位時間、単位面積あたりの外壁面から静止空気への
放散熱量 [kcal/m²h]..... ※

t_1 : 内壁温度 [°C]

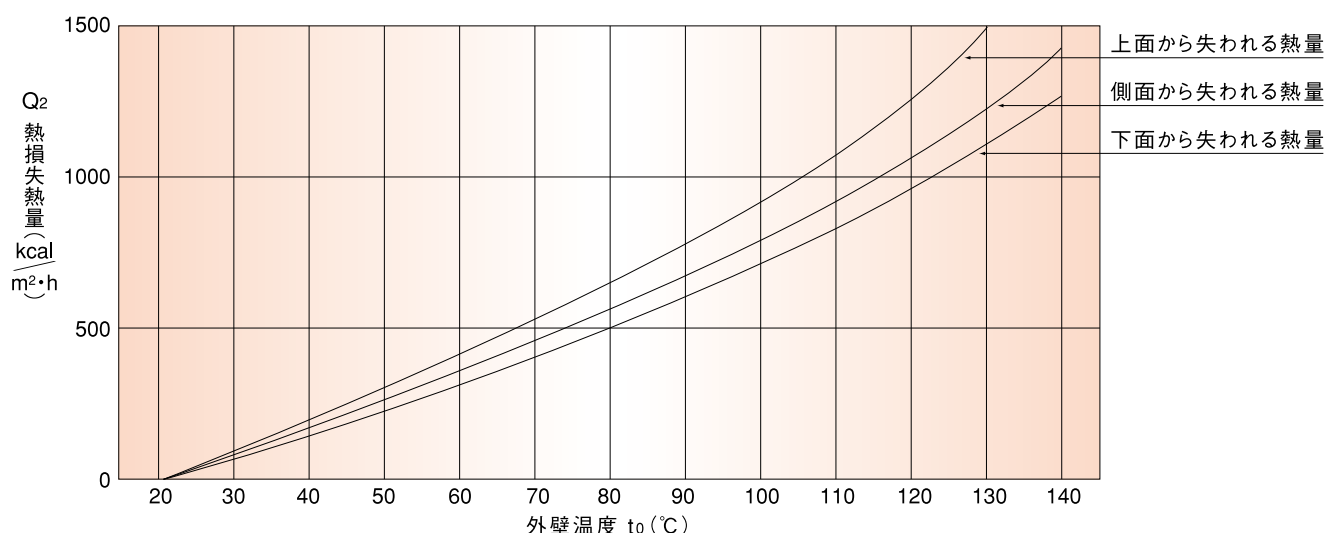
t_2, t_3 : 各境界温度 [°C]

t_0 : 外壁温度 [°C]

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$: 各炉材の平均温度における熱伝導率
[kcal/mh°C] (メーカーカタログ値参照)

ℓ_1, ℓ_2, ℓ_3 : 各炉材の厚さ [m]

なお、本計算式には昇温時間および処理物の熱容量の要素は含まれておりません。



■図17 外壁温度と放散熱量との関係

$$\ast Q_2 = h(t_0 - t_a)^{1.25} + 4.88 \times \varepsilon \left[\left(\frac{273+t_0}{100} \right)^4 - \left(\frac{273+t_a}{100} \right)^4 \right] \dots (2)$$

ここで、 h : 2.1 (上面の場合)

1.5 (側面の場合)

1.1 (下面の場合)

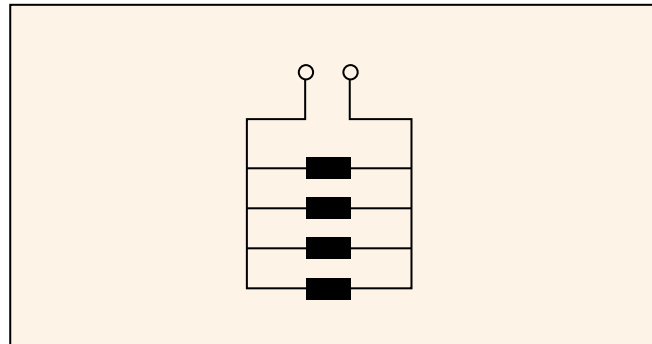
ε : 黒度 (鉄板の場合 $\varepsilon \approx 0.8$)

t_a : 大気温度 (平均20 [°C])

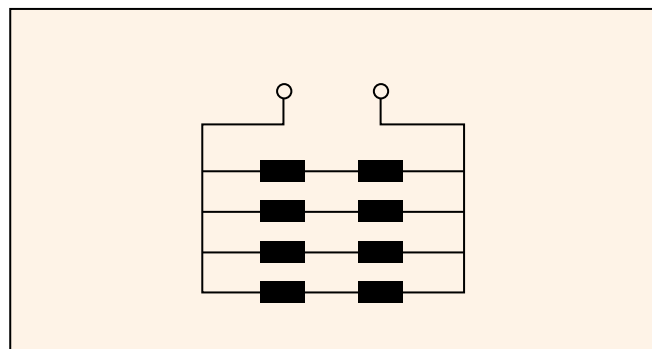
結線方法

エレマの結線は、一般には直並列結線を組合せて使います。
 この場合の直列は2本もしくは2段直列を限度とします。特に発熱体表面温度が1350℃を超えるような高温の場合は並列結線とします。三相結線は開放デルタ結線（単相3回路）をお勧めします。

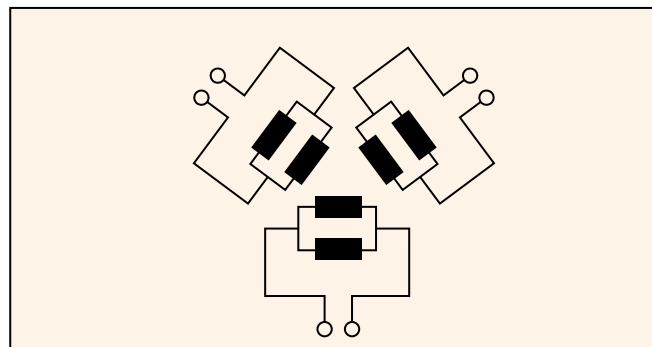
1. 単相並列結線（図18）
2. 単相2本直列並列結線（図19）
3. 開放デルタ結線（図20）



■図18 単相並列結線



■図19 単相2本直列並列結線



■図20 開放デルタ結線（単相3回路）

エレマの回路定格電圧の計算

次の式により求めることができます。

$$V = \sqrt{P_m \times r \times S / P}$$

ただし、

V : 回路定格電圧[V]

P_m : 設備電力[W]

r : エレマの1000[℃]における抵抗[Ω]（規格表参照）

S : シリーズ結線数[本]

P : パラレル結線数[本]

（計算例）

設備電力P_m=16[kw]

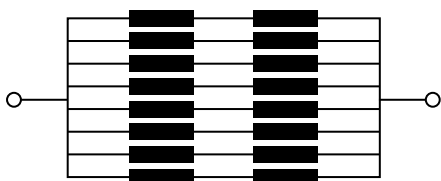
2S-8P（2本シリーズ、8本パラレル）結線、

エレマE16×400×300（2.21Ω）を使用すると

$$V = \sqrt{16000 \times 2.21 \times 2 / 8}$$

$$= 94.0 \rightarrow 90[V]$$

ここで求められた数値（94.0V）は、5V単位の数値（90V）に切り下げてください。



電力制御装置

前記のように、エレマは使用中に抵抗増加しますので、抵抗変化に対する電力制御装置が必要となってきます。この目的で多段タップ付の単捲変圧器またはサイリスタ制御装置が使用されております。

一般的には整合用変圧器(3～4段タップ)とサイリスタを組み合わせでのご利用が大半をしめています。SG・SGRの場合は電圧の変動範囲が小さいためサイリスタのみでのご使用もあります。サイリスタには次の利点があります。

- (1) 可動部がなく無接点制御ですから長寿命です。
- (2) 応答速度が非常に速いので精密な温度管理ができます。
- (3) PID(比例・積分・微分)、プログラムなどの制御が容易ですから温度調節の完全自動化ができます。
- (4) 取扱いが簡単で運転の信頼性が高く保守が容易です。
- (5) 整合用変圧器と組み合わせることで設備電力を抑えることが出来ます。

サイリスタはソフトスタート機能付きをお勧めします。

電力制御装置容量

一般にエレマ電気炉は設備電力kWで表示されておりますが、変圧器、サイリスタは皮相電力kVAで表示されます。サイリスタの容量としては、10%の余裕をもたせております。

$$\text{kVA} = 1.1 \times \text{Pm}$$

例として電気炉の設備容量が30kWであれば、サイリスタは33kVA以上が必要です。サイリスタに組み合わせる整合変圧器は次項の方法で容量を決定します。

$$\text{kVA} = (1.15 \sim 1.20) \times \text{Pm}$$

二次電圧範囲

「エレマ発熱体の寿命」のページ(P11)で説明しましたが、E2・E2-DV・F2・U2・M2で初期抵抗の3倍、SG・SGRで1.7倍程度抵抗が増加したら取り替えが必要となります。したがって二次電圧範囲としては定格電圧の

E2・E2-DV・F2・U2・M2の場合 1.73倍

SG・SGR・SAの場合 1.3倍

となります。

二次電圧範囲が広い場合は、整合用変圧器に3～4段のタップを組み合わせでを使用することをお勧めします。

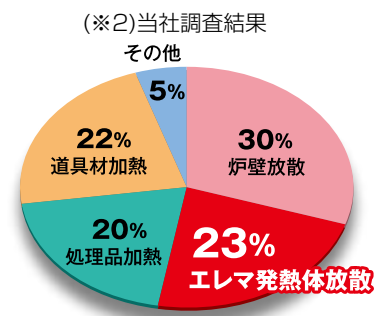
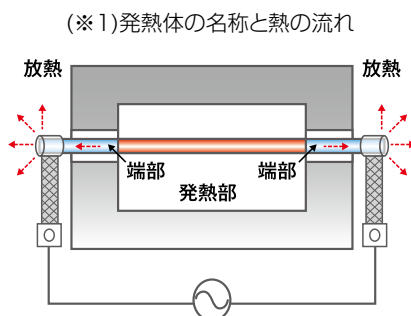
エレマクリーンEH

エレマ発熱体クリーンEHは、東海高熱工業(株)が新たに開発した環境配慮型のSiCヒーターです。

省エネ型エレマ発熱体クリーンEHの特徴

電気炉における熱収支は、本来必要である処理品への加熱熱量以外は、壁放熱、発熱体からの放熱(※1)、炉壁、道具材などの加熱熱量等が存在します。そのうち、発熱体からの放熱は全体の23%(※2)を占めるとも言われています。

エレマ発熱体クリーンEHは、エレマ発熱体の性能はそのままに、端部抵抗値を従来の3分の1以下にまで下げました。この結果、端部で発生する熱量は大幅に下がるため、消費電力が削減されCO2低減が図れます。クリーンEHは、現在ご使用の従来型のエレマ発熱体と交換が可能です。



クリーンEHを使用した実験及びシミュレーション結果

資料1 端部発熱量の比較

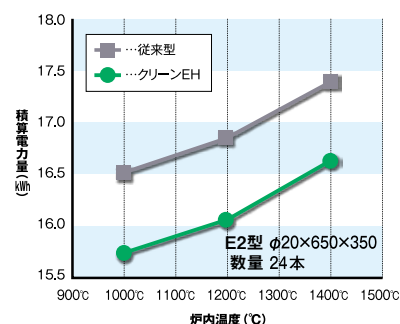
【発熱体】E2型 φ20×300×300 (定格出力: 59V/53.5A)

	総発熱量	端部発熱量	省エネ効果
従来型	3,157W	255W	△5.8%
クリーンEH	2,974W	73W	

注: 実際のご使用の場合は炉の条件により変動いたします。

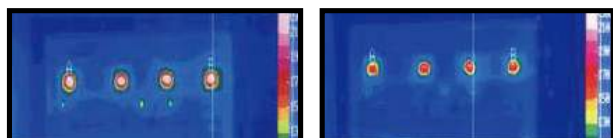
資料2 使用電力量の比較

弊社箱型炉を使用して1000℃～1400℃の炉内安定後の積算電力量を実測しました。クリーンEHを使用することで約5%の使用電力量の削減を図る結果を得ました。



資料3 端部表面温度の比較

弊社箱型炉を使用して、炉内温度を1200℃に保持した場合の端部温度の結果をご紹介します。



従来型
276℃

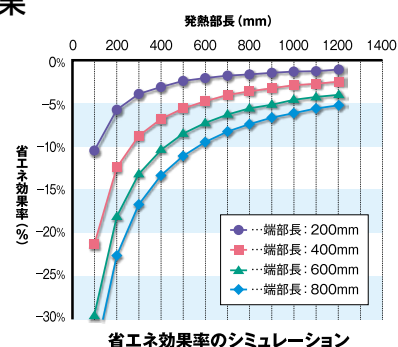
クリーンEH
208℃

注: 端部温度は、炉内温度、炉材構成および周囲温度に左右されます。

資料4 省エネ効果

省エネ効果は発熱部長と端部長の比で変動します。代表的な発熱部長および端部長でのシミュレーション結果は右図の通りになります。

注: 実際のご使用の場合は炉の条件により変動いたします。

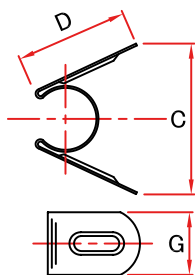


エレマ 発熱体専用付属品 接続端子

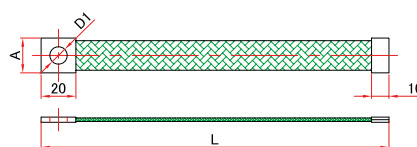
エレマにはクランプとストラップが付属しています。ストラップをエレマ端部円周方向に一樣に巻きつけ、クランプで均一に加圧するよう正しく押さえ込んでください。炉体の構造により、接続端子が加熱され易い高温炉・雰囲気炉には耐熱締付型端子をご使用ください。

HV型クランプ/SL型・SH型ストラップ

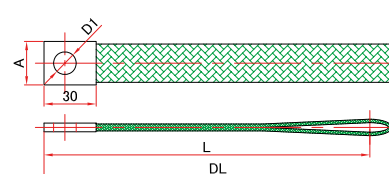
HV型



SL型



SH型



クランプ及びストラップ規格表

(単位:mm)

(単位:A)

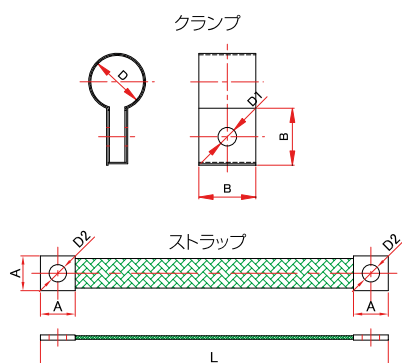
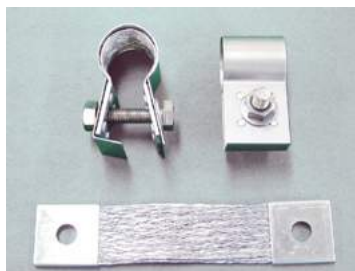
クランプ					ストラップ						ストラップ 定格電流値
No.	エレマ径 (φ)	D	G	C	No.	エレマ径 (φ)	L	DL	A	D ₁	
HV-12	12	30	12	30	SL-12	12	150		12	7	30
HV-14	14	35	14	40	SL-14	14			20	10	75
HV-16	16		16		SL-16	16					
HV-20	20	40	20	55	SL-20	20	180	200	23		100
HV-25	25	45	25	60	SL-25	25					
HV-30	30	55	30	75	SH-30	30	300	250	25	13	300
HV-35	35	65	35	85	SH-35	35		350			
HV-40	40	70	40		95	SH-40					
HV-45	45	80		SH-45		45					
HV-50	50			SH-50		50					

材質:SUS304

材質:アルミニウム



G型クランプ/GH型ストラップ



■耐熱締付型端子規格表

(単位:mm)

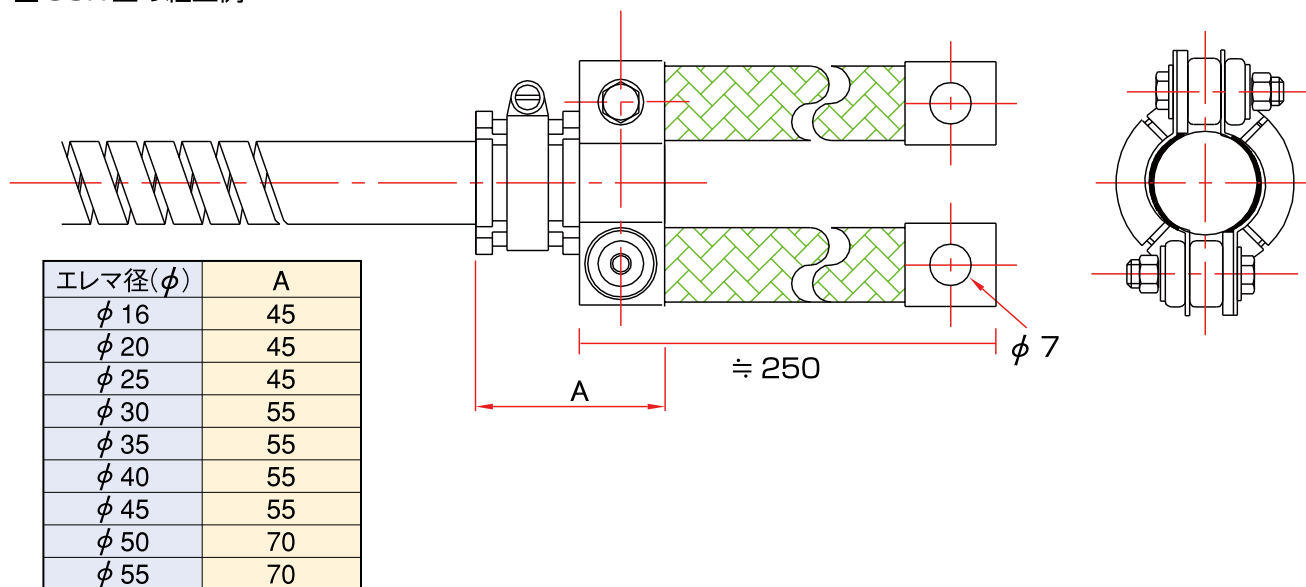
(単位:A)

	クランプ				ストラップ				締付ボルト		ストラップ 定格電流値
エレマ径 (φ)	No.	D	B	D ₁	No.	L	A	D ₂	ネジ径 (φ)	長さ	
12	G-12	13	17	7	GH-12	90	17	7	5	20	150
14	G-14	15	20	10	GH-14		20	10	8	30	
16	G-16	17	22		GH-16	100	22				
20	G-20	21	25		GH-20	120	25				35
25	G-25	27	30		GH-25	140	30			200	
30	G-30	32	35	13	GH-30	300	35	13	10	40	300
35	G-35	37	40		GH-35		40			45	
40	G-40	42	45		GH-40					50	
45	G-45	47	50		GH-45						
50	G-50	52			GH-50						

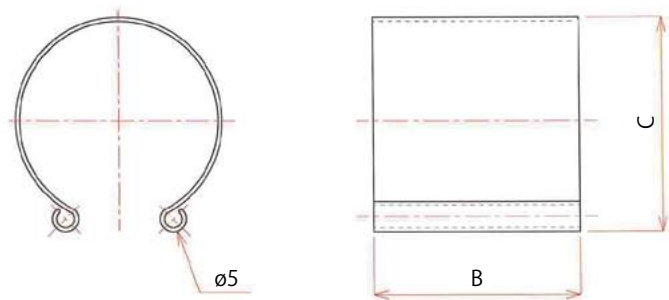
材質: クランプ…アルミニウム、SUS304
ストラップ…アルミニウム

エレマ SGR 型の接続端子

■ SGR 型の組立例



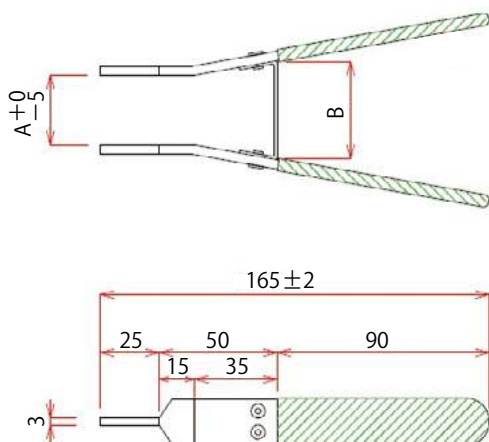
HC型クランプ(羽なし)



材質 SUS304

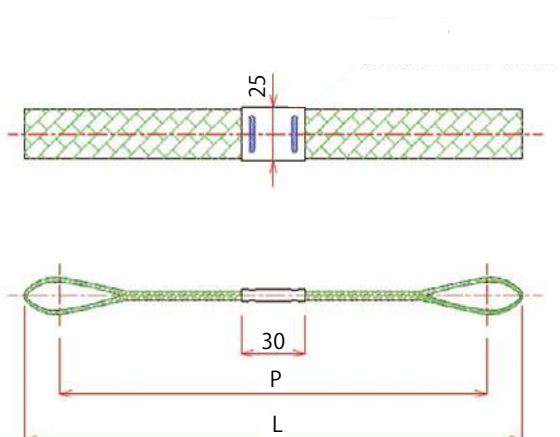
No.	エレマ径(φ)	B	C
HC-16	16	16	21
HC-20	20	20	25
HC-25	25	25	30
HC-30	30	30	35
HC-35	35	35	40
HC-40	40	40	45
HC-45	45	40	50
HC-50	50	40	54

HCプライヤー



	A寸法	B寸法
小	30	40
大	40	50

ストラップ(SH-トク 両輪)



ストラップ(SH-トク 両輪)

(単位:A)

	P	L	ストラップ 定格電流値
①	100	200	300
②	150	250	
③	200	300	
④	250	350	
⑤	300	400	
⑥	350	450	
⑦	400	500	

$L = D \times \pi + P - D + 35$
Lは5mm単位の切上げ

E2型



メタリコン幅寸法

外径 (mm)	メタリコン長 (mm)
φ16	(30)
φ20~30	(50)

製品番号	寸法				発熱部 面積 cm ²	*定格		
	外径 mm	発熱部長 mm	端部長 mm	全長 mm		電圧	電力	抵抗
E2-163025	16	300	250	800	150	64	2430	1.69
E2-163035		300	350	1000	150	66	2510	1.74
E2-164025		400	250	900	201	83	3150	2.19
E2-164030		400	300	1000	201	84	3190	2.21
E2-164035		400	350	1100	201	86	3270	2.26
E2-164530		450	300	1050	226	94	3570	2.48
E2-165025		500	250	1000	251	103	3910	2.71
E2-166025		600	250	1100	301	122	4640	3.21
E2-203030	20	300	300	900	188	59	3160	1.10
E2-204030		400	300	1000	251	77	4120	1.44
E2-204035		400	350	1100	251	78	4170	1.46
E2-204040		400	400	1200	251	79	4230	1.48
E2-204535		450	350	1150	282	87	4650	1.63
E2-204540		450	400	1250	282	88	4710	1.64
E2-205030		500	300	1100	314	94	5030	1.76
E2-205040		500	400	1300	314	97	5190	1.81
E2-207030		700	300	1300	439	130	6960	2.43
E2-208045		800	450	1700	502	151	8080	2.82
E2-254030	25	400	300	1000	314	68	4860	0.95
E2-254040		400	400	1200	314	70	5010	0.98
E2-254540		450	400	1250	353	78	5580	1.09
E2-255030		500	300	1100	392	84	6010	1.17
E2-255040		500	400	1300	392	86	6150	1.20
E2-256030		600	300	1200	471	100	7150	1.40
E2-257040		700	400	1500	549	118	8440	1.65
E2-257045		700	450	1600	549	119	8510	1.66
E2-258030		800	300	1400	628	132	9440	1.85
E2-258035		800	350	1500	628	133	9510	1.86
E2-258040		800	400	1600	628	134	9580	1.87
E2-258050		800	500	1800	628	136	9720	1.90
E2-306035	30	600	350	1300	565	92	8600	0.98
E2-306040		600	400	1400	565	93	8700	0.99
E2-307030		700	300	1300	659	106	9910	1.13
E2-307045		700	450	1600	659	108	10100	1.15
E2-308030		800	300	1400	753	120	11200	1.29
E2-308040		800	400	1600	753	122	11400	1.31
E2-309030		900	300	1500	848	135	12600	1.45
E2-309040		900	400	1700	848	136	12700	1.46
E2-301030		1000	300	1600	942	149	13900	1.60

* 定格は空中開放1000℃の測定値です。許容範囲は、電流値に換算し中心電流値の±15%です。

※出荷前の発熱検査は大気開放中で発熱体表面850℃で実施しています。

E2-DV型



メタリコン幅寸法

外径 (mm)	メタリコン長 (mm)
φ16	(30)
φ20以上	(50)

製品番号	寸法				発熱部 面積 cm ²	*定格		
	外径 mm	発熱部長 mm	端部長 mm	全長 mm		電圧	電力	抵抗
E2-DV-161520	16	150	200	550	75	39	1330	1.14
E2-DV-162020		200	200	600	101	50	1700	1.47
E2-DV-162520		250	200	650	126	61	2070	1.80
E2-DV-163020		300	200	700	150	72	2450	2.12
E2-DV-163025		300	250	800	150	74	2520	2.17
E2-DV-163030		300	300	900	150	76	2580	2.24
E2-DV-164025		400	250	900	200	96	3260	2.83
E2-DV-164030		400	300	1000	200	98	3330	2.88
E2-DV-164525		450	250	950	225	107	3640	3.15
E2-DV-165025		500	250	1000	250	118	4010	3.47
E2-DV-165030		500	300	1100	250	120	4080	3.53
E2-DV-166025		600	250	1100	300	140	4760	4.12
E2-DV-203020	20	300	200	700	188	65	3120	1.35
E2-DV-203025		300	250	800	188	66	3170	1.37
E2-DV-203030		300	300	900	188	68	3260	1.42
E2-DV-203040		300	400	1100	188	71	3410	1.48
E2-DV-204025		400	250	900	251	86	4130	1.79
E2-DV-204030		400	300	1000	251	88	4220	1.84
E2-DV-204035		400	350	1100	251	90	4320	1.88
E2-DV-204040		400	400	1200	251	91	4370	1.89
E2-DV-204535		450	350	1150	283	100	4800	2.08
E2-DV-205030		500	300	1100	314	108	5180	2.25
E2-DV-205040		500	400	1300	314	111	5330	2.31
E2-DV-206030		600	300	1200	376	128	6140	2.67
E2-DV-207030	25	700	300	1300	439	148	7100	3.09
E2-DV-208030		800	300	1400	502	168	8060	3.50
E2-DV-254030		400	300	1000	314	76	4940	1.17
E2-DV-254040		400	400	1200	314	79	5140	1.21
E2-DV-255030		500	300	1100	392	94	6110	1.45
E2-DV-255040		500	400	1300	392	97	6310	1.49
E2-DV-256025		600	250	1100	470	110	7150	1.69
E2-DV-256030		600	300	1200	470	111	7220	1.71
E2-DV-257030		700	300	1300	550	129	8390	1.98
E2-DV-257035		700	350	1400	550	130	8450	2.00
E2-DV-257040		700	400	1500	550	131	8520	2.01
E2-DV-307030	30	700	300	1300	660	117	10100	1.36
E2-DV-307040		700	400	1500	660	119	10200	1.39
E2-DV-308030		800	300	1400	750	133	11400	1.55

*定格は空中開放1000℃の測定値です。許容範囲は、電流値に換算し中心電流値の±15%です。

※出荷前の発熱検査は大気開放中で発熱体表面1000℃で実施しています。

F2型



メタリコン幅寸法

外径 (mm)	メタリコン長 (mm)
φ 35以上	(50)

製品番号	寸法				発熱部 面積 cm ²	*定格		
	外径 mm	発熱部長 mm	端部長 mm	全長 mm		電圧	電力	抵抗
F2-354040	35	400	400	1200	439	64	6850	0.60
F2-355030		500	300	1100	549	78	8350	0.73
F2-355035		500	350	1200	549	79	8450	0.74
F2-355040		500	400	1300	549	79	8450	0.74
F2-356035		600	350	1300	659	94	10100	0.87
F2-356040		600	400	1400	659	94	10100	0.87
F2-356050		600	500	1600	659	96	10300	0.89
F2-357040		700	400	1500	769	109	11700	1.02
F2-358035		800	350	1500	879	124	13300	1.16
F2-351040		1000	400	1800	1099	154	16500	1.44
F2-351430		1400	300	2000	1539	213	22800	1.99
F2-406045	40	600	450	1500	753	88	11500	0.67
F2-407050		700	500	1700	879	103	13500	0.79
F2-408040		800	400	1600	1005	115	15100	0.88
F2-401035		1000	350	1700	1256	143	18700	1.09
F2-451035	45	1000	350	1700	1413	117	19700	0.69
F2-501540	50	1500	400	2300	2356	182	33900	0.98

*定格は空中開放1000℃の測定値です。許容範囲は、電流値に換算し中心電流値の±15%です。

※出荷前の発熱検査は大気開放中で発熱体表面850℃で実施しています。

SG型



メタリコン幅寸法

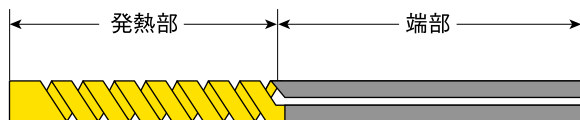
外径 (mm)	メタリコン長 (mm)
φ 14~16	(30)
φ 20以上	(50)

製品番号	寸法				発熱部 面積 cm ²	*定格		
	外径	発熱部長	端部長	全長		電圧	電力	抵抗
	mm	mm	mm	mm				
G-142020	14	200	200	600	87	59	1650	2.11
G-142025		200	250	700	87	60	1680	2.14
G-142520		250	200	650	109	71	1990	2.53
G-142525		250	250	750	109	73	2040	2.61
G-143025		300	250	800	131	85	2380	3.04
G-162025	16	200	250	700	100	58	1970	1.71
G-162520		250	200	650	125	69	2350	2.03
G-162525		250	250	750	125	70	2380	2.06
G-162530		250	300	850	125	71	2410	2.09
G-163020		300	200	700	150	81	2750	2.39
G-163025		300	250	800	150	82	2790	2.41
G-163030		300	300	900	150	83	2820	2.44
G-163525		350	250	850	175	94	3200	2.76
G-163530		350	300	950	175	95	3230	2.79
G-203040	20	300	400	1100	188	84	3440	2.05
G-203540		350	400	1150	219	97	3980	2.36
G-204040		400	400	1200	251	109	4470	2.66
G-204540		450	400	1250	282	121	4960	2.95
G-253040	25	300	400	1100	235	84	4120	1.71
G-253050		300	500	1300	235	86	4210	1.76
G-254040		400	400	1200	314	110	5390	2.24
G-255040		500	400	1300	392	135	6620	2.75
G-303040	30	300	400	1100	282	79	4980	1.25
G-303050		300	500	1300	282	80	5040	1.27
G-304040		400	400	1200	376	103	6490	1.63
G-304050		400	500	1400	376	104	6550	1.65
G-305040		500	400	1300	471	127	8000	2.02
G-306040		600	400	1400	565	151	9510	2.40
G-354040	35	400	400	1200	439	101	7680	1.33
G-354050		400	500	1400	439	102	7750	1.34
G-355040		500	400	1300	549	124	9420	1.63
G-355050		500	500	1500	549	125	9500	1.64
G-356040		600	400	1400	659	148	11200	1.96
G-357040		700	400	1500	769	171	13000	2.25
G-405040	40	500	400	1300	628	116	10700	1.26
G-405050		500	500	1500	628	117	10800	1.27
G-406040		600	400	1400	753	138	12700	1.50
G-406045		600	450	1500	753	139	12800	1.51
G-407040		700	400	1500	879	161	14800	1.75
G-457045	45	700	450	1600	989	149	16800	1.32
G-458040		800	400	1600	1130	168	19000	1.49

*定格は空中開放1000℃の測定値です。許容範囲は、電流値に換算し中心電流値の±15%です。

※出荷前の発熱検査は大気開放中で発熱体表面1000℃で実施しています。

SGR型



メタリコン幅寸法

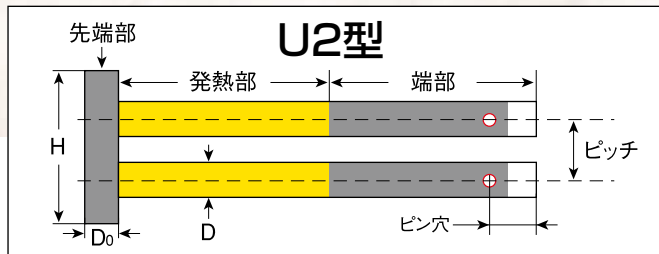
外径 (mm)	メタリコン長 (mm)
φ 16	(30)
φ 20以上	(50)

製品番号	寸法				発熱部 面積 cm ²	*定格		
	外径 mm	発熱部長 mm	端部長 mm	全長 mm		電圧	電力	抵抗
GR-161015	16	100	150	250	50	61	940	3.96
GR-161020		100	200	300	50	69	1060	4.49
GR-161025		100	250	350	50	77	1190	4.98
GR-161515		150	150	300	75	84	1290	5.47
GR-161520		150	200	350	75	91	1400	5.92
GR-161525		150	250	400	75	99	1520	6.45
GR-162015		200	150	350	100	106	1630	6.89
GR-162020		200	200	400	100	113	1740	7.34
GR-162025		200	250	450	100	121	1860	7.87
GR-162515		250	150	400	125	128	1970	8.32
GR-162520		250	200	450	125	135	2080	8.76
GR-162525		250	250	500	125	143	2200	9.30
GR-162530		250	300	550	125	151	2330	9.79
GR-201015	20	100	150	250	62	58	1110	3.03
GR-201020		100	200	300	62	65	1250	3.38
GR-201025		100	250	350	62	72	1380	3.76
GR-201515		150	150	300	94	80	1540	4.16
GR-201520		150	200	350	94	87	1670	4.53
GR-201525		150	250	400	94	94	1800	4.91
GR-202015		200	150	350	125	102	1960	5.31
GR-202020		200	200	400	125	109	2090	5.68
GR-202025		200	250	450	125	116	2230	6.03
GR-202515		250	150	400	157	124	2380	6.46
GR-202520		250	200	450	157	131	2520	6.81
GR-202525		250	250	500	157	138	2650	7.19
GR-203020		300	200	500	188	153	2940	7.96
GR-203025		300	250	550	188	160	3070	8.34
GR-251520	25	150	200	350	117	87	2000	3.78
GR-251525		150	250	400	117	92	2120	3.99
GR-251530		150	300	450	117	98	2250	4.27
GR-252020		200	200	400	157	110	2530	4.78
GR-252025		200	250	450	157	115	2650	4.99
GR-252030		200	300	500	157	121	2780	5.27
GR-252520		250	200	450	196	133	3060	5.78
GR-252525		250	250	500	196	139	3200	6.04
GR-252530		250	300	550	196	144	3310	6.26
GR-253030		300	300	600	235	167	3840	7.26
GR-253035		300	350	650	235	173	3980	7.52
GR-253040		300	400	700	235	179	4120	7.78
GR-253530		350	300	650	274	191	4390	8.31
GR-253535		350	350	700	274	196	4510	8.52
GR-254030		400	300	700	314	214	4920	9.31
GR-302020	30	200	200	400	188	90	2790	2.90
GR-302025		200	250	450	188	91	2820	2.94
GR-302030		200	300	500	188	91	2820	2.94
GR-302520		250	200	450	235	111	3440	3.58
GR-302525		250	250	500	235	111	3440	3.58
GR-302530		250	300	550	235	112	3470	3.61
GR-303030		300	300	600	282	132	4090	4.26
GR-303035		300	350	650	282	132	4090	4.26

製品番号	寸法				発熱部 面積 cm ²	*定格		
	外径 mm	発熱部長 mm	端部長 mm	全長 mm		電圧	電力	抵抗
GR-303040	30	300	400	700	282	133	4120	4.29
GR-303530		350	300	650	329	153	4740	4.94
GR-303535		350	350	700	329	153	4740	4.94
GR-303540		350	400	750	329	153	4740	4.94
GR-304030		400	300	700	376	173	5360	5.58
GR-304035		400	350	750	376	173	5360	5.58
GR-304040		400	400	800	376	174	5390	5.62
GR-304530		450	300	750	424	193	5980	6.23
GR-304535		450	350	800	424	194	6010	6.26
GR-305030		500	300	800	471	214	6630	6.91
GR-352020	35	200	200	400	219	89	3260	2.43
GR-352025		200	250	450	219	89	3260	2.43
GR-352030		200	300	500	219	90	3290	2.46
GR-352520		250	200	450	274	109	3990	2.98
GR-352525		250	250	500	274	109	3990	2.98
GR-352530		250	300	550	274	110	4030	3.00
GR-353030		300	300	600	329	130	4760	3.55
GR-353035		300	350	650	329	131	4790	3.58
GR-353040		300	400	700	329	131	4790	3.58
GR-353530		350	300	650	384	150	5490	4.10
GR-353535		350	350	700	384	151	5530	4.12
GR-353540		350	400	750	384	151	5530	4.12
GR-354030		400	300	700	439	171	6260	4.67
GR-354035		400	350	750	439	171	6260	4.67
GR-354040		400	400	800	439	172	6300	4.70
GR-354530		450	300	750	494	191	6990	5.22
GR-354535		450	350	800	494	191	6990	5.22
GR-355030		500	300	800	549	211	7720	5.77
GR-402020	40	200	200	400	251	86	3660	2.02
GR-402025		200	250	450	251	87	3700	2.05
GR-402030		200	300	500	251	87	3700	2.05
GR-402520		250	200	450	314	106	4510	2.49
GR-402525		250	250	500	314	107	4550	2.52
GR-402530		250	300	550	314	107	4550	2.52
GR-403030		300	300	600	376	127	5400	2.99
GR-403035		300	350	650	376	127	5400	2.99
GR-403040		300	400	700	376	127	5400	2.99
GR-403530		350	300	650	439	147	6250	3.46
GR-403535		350	350	700	439	147	6250	3.46
GR-403540		350	400	750	439	147	6250	3.46
GR-404030		400	300	700	502	167	7100	3.93
GR-404035		400	350	750	502	167	7100	3.93
GR-404040		400	400	800	502	167	7100	3.93
GR-404530		450	300	750	565	186	7910	4.37
GR-404535		450	350	800	565	187	7950	4.40
GR-405030		500	300	800	628	206	8760	4.84

*定格は空中開放1000℃の測定値です。許容範囲は、電流値に換算し中心電流値の±20%です。

※出荷前の発熱検査は大気開放中で発熱体表面1000℃で実施しています。



メタリコン幅寸法

外径 (mm)	メタリコン長 (mm)
φ 16	(30)
φ 20以上	(50)

製品番号	寸法				発熱部 面積 cm ²	*1 定格			*2 標準 ピン穴 位置
	外径 mm	発熱部長 mm	端部長 mm	ピッチ mm		電圧	電力	抵抗	
U2-163030	16	300	300	40	301	121	4600	3.18	40
U2-164030		400	300	40	402	160	6080	4.21	
U2-164040		400	400	40	402	163	6190	4.29	
U2-165030		500	300	40	502	200	7600	5.26	
U2-203040	20	300	400	50	376	112	5990	2.09	45
U2-203540		350	400	50	439	130	6960	2.43	
U2-204040		400	400	50	502	147	7860	2.75	
U2-204535		450	350	50	565	164	8770	3.07	
U2-205040		500	400	50	628	183	9790	3.42	
U2-205050		500	500	50	628	185	9900	3.46	
U2-206040		600	400	50	753	218	11700	4.06	
U2-206050		600	500	50	753	220	11800	4.10	
U2-207040		700	400	50	879	253	13500	4.74	
U2-207050		700	500	50	879	256	13700	4.78	
U2-208040		800	400	50	1005	289	15500	5.39	
U2-208050		800	500	50	1005	291	15600	5.43	
U2-254040	25	400	400	60	628	131	9370	1.83	55
U2-254050		400	500	60	628	133	9510	1.86	
U2-254540		450	400	60	706	147	10500	2.06	
U2-255040		500	400	60	785	163	11700	2.27	
U2-255050		500	500	60	785	165	11800	2.31	
U2-255540		550	400	60	863	179	12800	2.50	
U2-256040		600	400	60	942	195	13900	2.74	
U2-256050		600	500	60	942	197	14100	2.75	
U2-257040		700	400	60	1099	227	16200	3.18	
U2-257050		700	500	60	1099	229	16400	3.20	
U2-258040		800	400	60	1256	259	18500	3.63	
U2-258050		800	500	60	1256	261	18700	3.64	
U2-305040	30	500	400	70	942	148	13800	1.59	55
U2-305050		500	500	70	942	150	14000	1.61	
U2-306040		600	400	70	1130	177	16500	1.90	
U2-306050		600	500	70	1130	179	16700	1.92	
U2-307040		700	400	70	1319	206	19300	2.20	
U2-307050		700	500	70	1319	208	19400	2.23	
U2-308040		800	400	70	1507	235	22000	2.51	
U2-308050		800	500	70	1507	237	22200	2.53	
U2-309040		900	400	70	1696	264	24700	2.82	
U2-309050		900	500	70	1696	266	24900	2.84	
U2-301050		1000	500	70	1884	295	27600	3.15	
U2-356040	35	600	400	80	1319	179	19200	1.67	60
U2-356050		600	500	80	1319	181	19400	1.69	
U2-357040		700	400	80	1539	209	22400	1.95	
U2-357050		700	500	80	1539	211	22600	1.97	
U2-358040		800	400	80	1759	239	25600	2.23	
U2-358050		800	500	80	1759	240	25700	2.24	
U2-359040		900	400	80	1979	269	28800	2.51	
U2-359050		900	500	80	1979	270	28900	2.52	
U2-351050		1000	500	80	2199	300	32100	2.80	

先端部寸法

D	16	20	25	30	35
D ₀	25	30	35	40	45
H	76	90	110	125	140

注) 1.U型寸法表示 (端部長+発熱部長) に先端部D₀を加えたものがU型発熱体の全長となります。
2.U型発熱体の最大幅はHの寸法となります。

*1 定格は空中開放1000℃の測定値です。許容範囲は、電流値に換算し中心電流値の±15%です。

*2 ピン穴はオプションです。

※出荷前の発熱検査は大気開放中で発熱体表面1000℃で実施しています。

SA型



メタリコン幅寸法

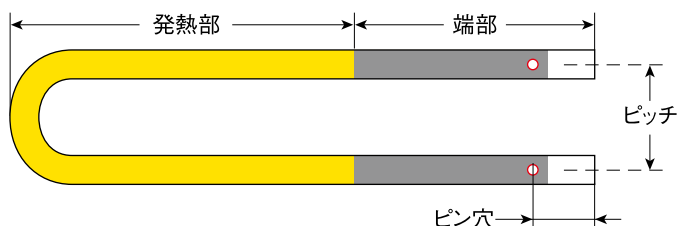
外径 (mm)	メタリコン長 (mm)
φ 16	(30)
φ 20以上	(50)

製品番号	寸法				発熱部 面積 cm ²	*定格		
	外径 mm	発熱部長 mm	端部長 mm	全長 mm		電圧	電力	抵抗
SA-161520	16	150	200	550	75	28	1430	0.55
SA-162020		200	200	600	101	36	1840	0.71
SA-162520		250	200	650	126	44	2240	0.86
SA-163020		300	200	700	150	51	2600	1.00
SA-163025		300	250	800	150	52	2650	1.02
SA-163030		300	300	900	150	53	2700	1.04
SA-164025		400	250	900	200	67	3420	1.31
SA-164030		400	300	1000	200	68	3470	1.33
SA-165025		500	250	1000	250	83	4230	1.63
SA-165030		500	300	1100	250	84	4280	1.65
SA-203020	20	300	200	700	188	43	3050	0.61
SA-203025		300	250	800	188	44	3120	0.62
SA-203030		300	300	900	188	45	3200	0.63
SA-204025		400	250	900	251	57	4050	0.80
SA-204030		400	300	1000	251	58	4120	0.82
SA-205030		500	300	1100	314	71	5040	1.00
SA-206030		600	300	1200	376	85	6040	1.20
SA-207030		700	300	1300	439	98	6960	1.38
SA-208030		800	300	1400	502	111	7880	1.56

*定格は空中開放1000℃の測定値です。許容範囲は、電流値に換算し中心電流値の±20%です。

※出荷前の発熱検査は大気開放中で発熱体表面1000℃で実施しています。

U3型



形状

外径：φ16、20、25、30mm

発熱部最長：800mm

端部最長：500mm

上記の範囲内50mm単位で対応可能

発熱部は中実

ピッチについてはU2型のピッチと同様

標準ピン穴位置（ピン穴はオプション）

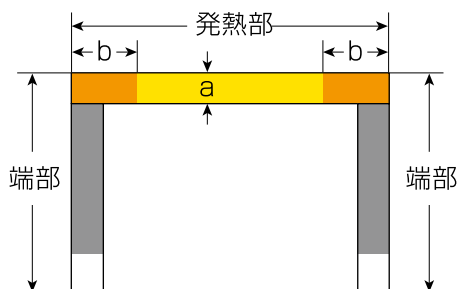
外径	ピン穴位置 (mm)
16	40
20	45
25	55

* 標準以外でも対応可能

電気条件

同サイズのU2型と同様、許容範囲は電流値に換算して中心電流値の±20%です。

M2型



低温部 (b) は、発熱体 (a) の1.5倍を目安とします。

形状

外径：φ12、16、20、25、30mm

長さ：400mm以下×700mm以下または700mm以下×400mm以下
(いずれも発熱部×端部)

電気条件

同サイズのE2型と同様

E7、F7、U7型

形状

外径:φ16、20、25、30、35、40mm

発熱部最長:1,000mm

端部最長:500mm

上記の範囲内で、E2型、F2型、U2型のサイズが対応可能

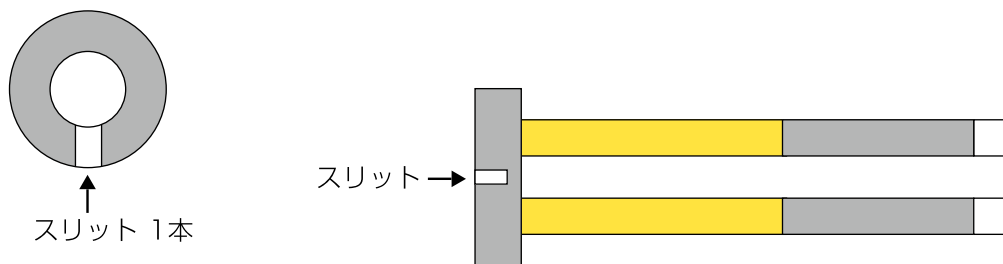
電気条件

同サイズのE2型、F2型、U2型と同様

識別方法

外観的には、E2型、F2型、U2型と区別が付きませんので、以下の方法により識別ください。

E7、F7、U7型にスリット

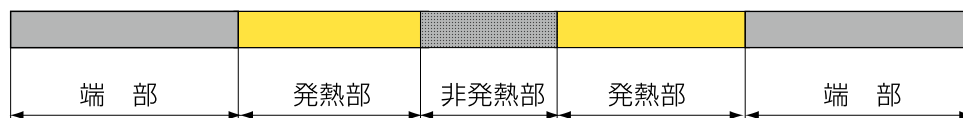


・U7型は、先端部中央にスリットがあります。

注意事項

一般の発熱体とは若干昇温特性が異なりますので、同一回路内で、E2型、F2型、U2型と混ぜて使用しないでください。

SDL2型



呼称例) SDL2 25 × 500 × 200 × 400
 品種名 外径 発熱部長 非発熱部長 端部長

形状

外径:φ14、16、20、25、30、35、45、50mm

発熱部長、端部長につきましては、ご相談ください。

電気条件

発熱部長の合計と端部長及び非発熱部の合計した場合のE型、F型と同様

例) SDL2 25 × 500 × 200 × 400) 同電気条件
 E2 25 × 1000 × 500

詳細はお問い合わせください。

出荷前の発熱検査は大気開放中で発熱体表面850℃で実施しています。

営業品目

■発熱体

エレマ発熱体
エレマ・イグナイタ(EIG)
導電性セラミック遠赤外線ヒータ

■リクライト(SiCセラミック高温材料)

工業炉用ローラ材
保護管、均熱管
さや、るつぼ
各種高温耐熱構造材料

■工業炉

各種電気炉
各種ガス炉
自動制御・省力化装置
エンジニアリング

■耐火物

■セラミック抵抗器

注記：カタログ記載内容につきましては、改良のため予告なく変更することがありますのでご了承ください。



東海高熱工業株式会社

- 本 社 〒107-0061 東京都港区北青山1-2-3
(青山ビル3F)
TEL.03-5772-8211 FAX.03-5772-8265
- 京都支店 〒604-8171 京都市中京区烏丸御池下ル虎屋町556-1
(井門明治安田生命ビル 3F)
TEL.075-253-6211 FAX.075-253-6277
- 工 場 宮城県
- U R L <https://www.tokaikonetsu.co.jp/>