

高周波誘導加熱

総合カタログ

High Frequency

*I*nduction

*H*eating

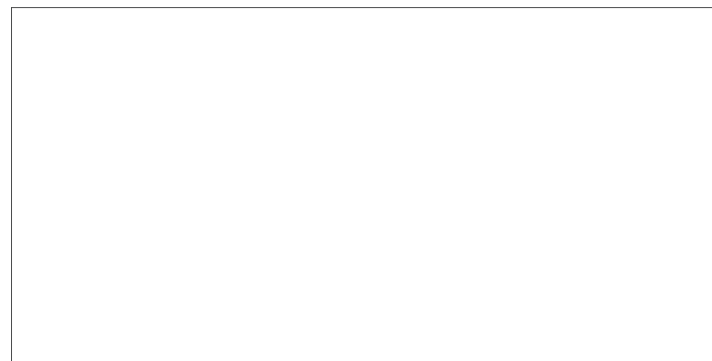
SPC 島田理化工業株式会社

本社 〒182-8602 東京都調布市柴崎2-1-3 <http://www.spc.co.jp/>



Head Office 2-1-3 Shibasaki, Chofu city, Tokyo.

- 本社
〒182-8602 東京都調布市柴崎2-1-3
- 営業拠点
 - 東日本
〒182-8602 東京都調布市柴崎2-1-3 TEL 042-481-8527
 - 中部
〒450-0003 名古屋市中村区名駅南1-17-10
SUZU1 05ビル TEL 052-589-3331
 - 関西
〒660-0807 尼崎市長州西通1-3-26
尼崎ステーションビル TEL 06-6415-9112
- 関連会社
株式会社 島田理化テクノサービス
〒182-8602 東京都調布市柴崎2-1-3 TEL 042-481-9280
(島田理化工業株式会社敷地内)
※産業機器の保守サービス



高熱処理を効熱処理へ

Efficient high-heat processing

先行くIH技術で省エネ、省スペースを実現します。

Cutting edge IH technology saves energy and space.

1946年の創業当初より培ってきた先端の高周波誘導加熱技術と安心のサポート体制により、当社は、自動車・機械・電気業界から食品まで、あらゆる産業分野で大きく貢献しております。

「環境にやさしい」「コスト低減」「省エネルギー」をテーマに、新しい技術開発に挑戦しています。

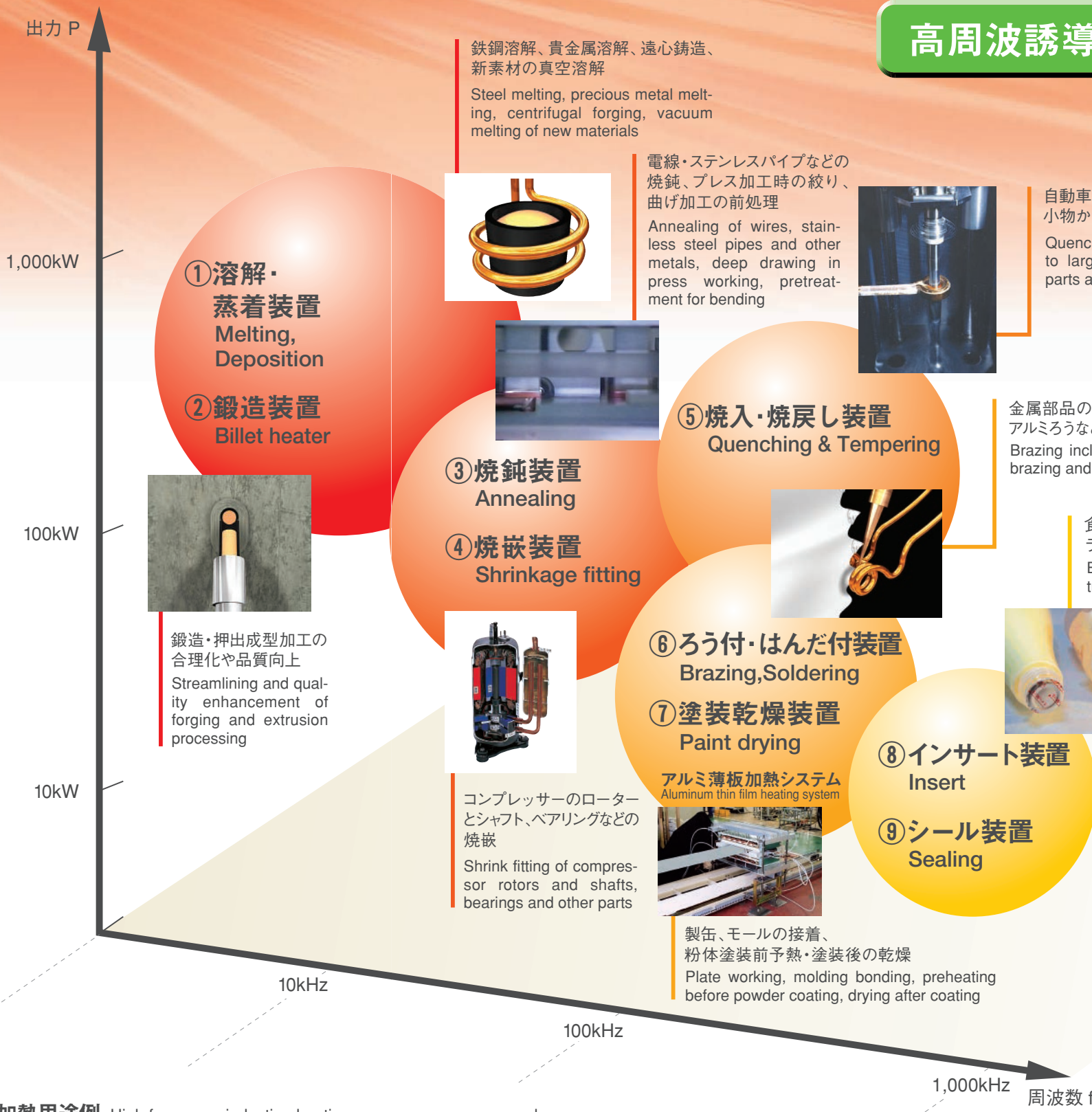
Since foundation in 1946, SPC Electronics have been providing cutting-edge high frequency induction heating technology with comprehensive support to various industrial fields including automotive, machinery, electronics, and food industries. We embrace the challenge of developing new technologies that are friendly to the environment, reduce costs, and conserve energy.

CONTENTS

高周波誘導加熱総合カタログ High frequency induction heating product catalog

高熱処理を効熱処理へ Efficient high-heat processing	1
高周波誘導加熱 High Frequency Induction Heating	3
仕様一覧 Specifications	5
製品紹介 Product information	7
誘導加熱の原理 Principle of induction heating	11
加熱電力算定表 Heating power computation sheet	12
高調波抑制対策 Suppression of High Harmonics	13
電波申請に関するお願い Notice on wave application to Ministry of Internal Affairs	13

高周波誘導加熱 High Frequency Induction Heating



① 溶解・蒸着装置
Melting, Deposition

鉄鋼溶解、貴金属溶解、遠心鋳造、新素材の真空溶解
Steel melting, precious metal melting, centrifugal forging, vacuum melting of new materials

② 鍛造装置
Billet heater

電線・ステンレスパイプなどの焼鈍、プレス加工時の絞り、曲げ加工の前処理
Annealing of wires, stainless steel pipes and other metals, deep drawing in press working, pretreatment for bending

③ 焼鈍装置
Annealing

自動車部品・精密機械などの小物から大物までの焼入・焼戻し
Quenching and tempering from small to large parts including automotive parts and precision machines

④ 焼嵌装置
Shrinkage fitting

金属部品の銀ろう・リン銅ろう・アルミろうなどのろう付
Brazing including silver brazing, phosphor copper brazing and aluminum brazing of metal parts

⑤ 焼入・焼戻し装置
Quenching & Tempering

食品キャップシール、ラミネートチューブシールの接着
Bonding of food cap seals and laminate tube seals

⑥ ろう付・はんだ付装置
Brazing, Soldering

製缶、モールの接着、粉体塗装前予熱・塗装後の乾燥
Plate working, molding bonding, preheating before powder coating, drying after coating

⑦ 塗装乾燥装置
Paint drying

アルミ薄板加熱システム
Aluminum thin film heating system

⑧ インサート装置
Insert

圧入・押し出し加工の合理化や品質向上
Streamlining and quality enhancement of forging and extrusion processing

⑨ シール装置
Sealing

コンプレッサーのローターとシャフト、ベアリングなどの焼嵌
Shrink fitting of compressor rotors and shafts, bearings and other parts

■ 高周波誘導加熱用途例 High frequency induction heating usage examples

- | | | |
|--|--|---|
| <p>① 溶解、蒸着</p> <ul style="list-style-type: none"> ● アルミ・貴金属溶解 ● 遠心鋳造 ● 新素材の真空溶解 ● 蒸着装置用電源 ● シリコン溶解用電源 ● 太陽光発電設備用電源 ● 有機EL製造用電源 | <p>④ 焼嵌(やきばめ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● コンプレッサーやモーターの、ローターとシャフトの焼嵌やローターとシェルの焼嵌 ● ベアリング | <p>⑦ 塗装乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 塗装前予熱、塗装後の乾燥 ● 磁性材・非磁性材の薄板加熱 ● 箔の加熱、乾燥 |
| <p>② 鍛造</p> <ul style="list-style-type: none"> ● アルミ・鉄鋼・チタン等ビレット材の熱間鍛造 | <p>⑤ 焼入、焼戻し</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 自動車部品焼入 ● 精密機械部品の焼入・焼戻し ● 焼入装置用電源 | <p>⑧ インサート</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ボルトインサート |
| <p>③ 焼鈍</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 鋼線・電線・パイプ等の焼鈍 ● アニール装置用電源 ● プレス加工時の絞り・曲げ加工前処理 | <p>⑥ ろう付・はんだ付</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 金属部品の銀ろう・リン銅ろう・アルミろうなどのろう付 ● 無酸化ろう付 ● 電子部品・自動車部品のはんだ付 | <p>⑨ シール</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 食品キャップシール ● ラミネートチューブシール ● 製缶接着 ● モールの接着 ● シール装置用電源 |

用途例以外にも実績があります。加熱用高周波インバータ単体や、非接触給電用電源等も販売しております。

高周波誘導加熱 High Frequency Induction Heating

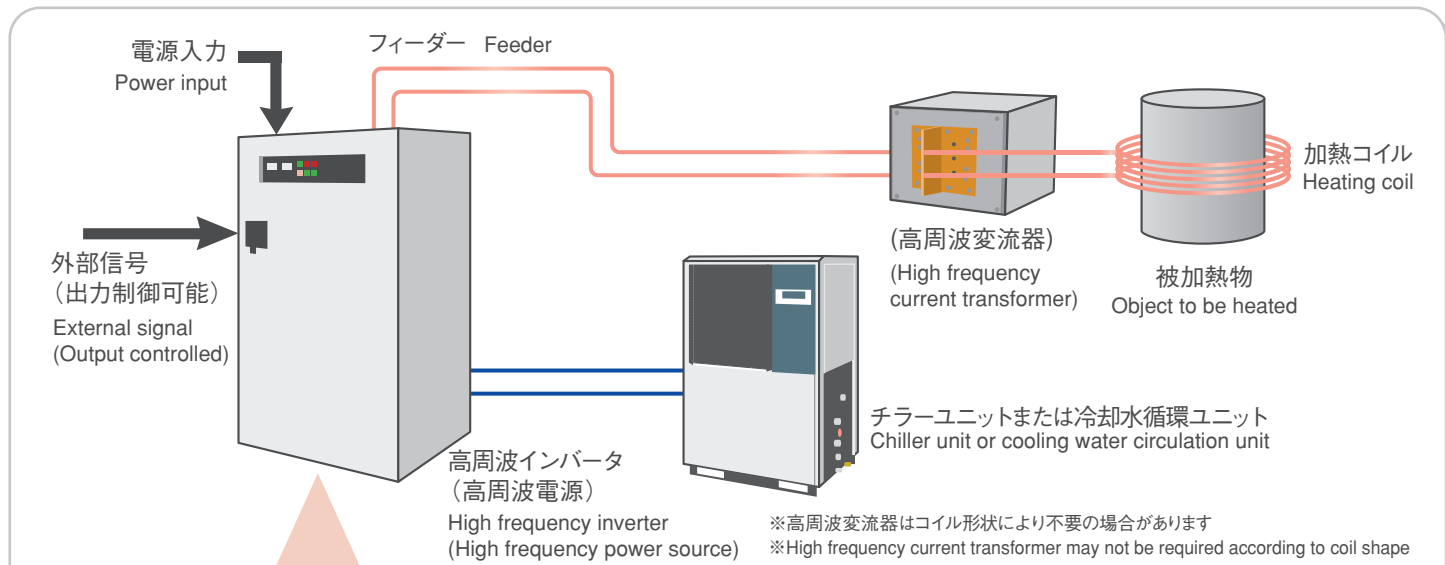
高周波誘導加熱は、金属を非接触で自己発熱させ、省エネルギーで、高速・高温加熱が可能です。

High frequency induction heating generates heat inside metals without contact, enabling fast and energy efficient high temperature heating.

- ・高速加熱・高温加熱が可能
- ・加熱効率が低い(省エネルギー)
- ・温度制御が容易
- ・作業環境が良く、取り扱いが清潔
- ・ Quick, high temperature heating is possible
- ・ High heating efficiency (energy saving)
- ・ Easy temperature control
- ・ Good working environment, and clean management



■基本構成 Basic configuration



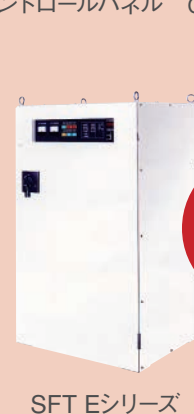
高周波インバータ High frequency inverter



コントロールパネル Control panel



新型ユニット組み込み式高周波インバータ
New type unit built-in high frequency inverter



周波数
20~400kHz
タイプ
Frequency 20 kHz
to 400 kHz type

SFT Eシリーズ



周波数
3~30kHz
タイプ
Frequency 3 kHz
to 30 kHz type

SBT Eシリーズ



大出力タイプ
Large output type

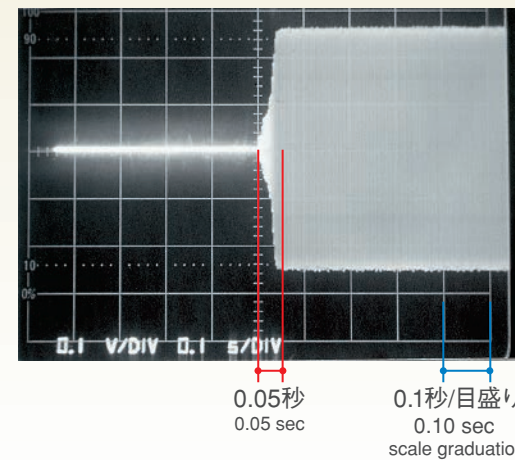
SBT Eシリーズ (SBT-EH600)

高周波インバータ High frequency inverter

NEW Eシリーズの3大特長 Three Key Features of the New E Series

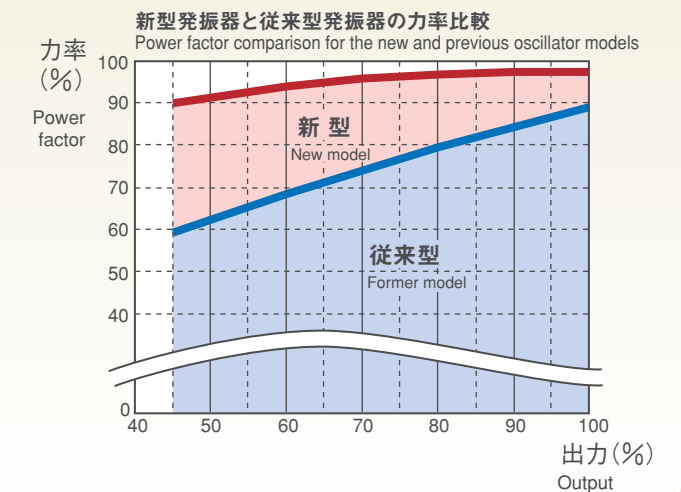
1 加熱効率アップ Quick! Increased heating efficiency

超高速立ち上がり0.05秒以下 (従来型の立ち上がり0.3秒)
Ultra-high speed startup of less than 0.05 seconds
(Compared to startup of 0.3 seconds for previous models)



2 省エネルギー Clean! Energy saving

電源力率95%以上 (定格出力時)
Power factor of 95% or higher (At the time of use at rated output)



3 省スペース Compact! Space saving

- 当社比で質量、設置面積約30%縮小
- 故障診断回路一特許取得済み
 - ドライブ基板保護回路一特許取得済み
 - 純水回路不要
 - 簡易密閉構造

高周波出力100kWでの比較

型式	H-100	T-100	ST-100	SBT-100	SBT-EH100
製造期間	~1970年	~1985年	~1990年	~2002年	~現在
寸法(mm)	1500×3000×2300	1200×2120×2000	800×1600×1650	850×925×1665	800×700×1500
質量	2800kg	-	750kg	500kg	300kg
方式	真空管式	初期トランジスタ式	SIT式	IGBT式	最新IGBT式
効率 100% 入力	ロス 60%	ロス 80%	ロス 82%	ロス 86%	ロス 90%
冷却 水量	190ℓ/分	60ℓ/分	50ℓ/分	30ℓ/分	30ℓ/分

損失
高周波出力

水の使用量

仕様一覧 Specifications

高周波インバータ仕様

High frequency inverter specifications

- 弊社高周波インバータに使用している構造用ハンダは鉛フリーです。
- 負荷条件によっては、外形寸法が大きくなる場合があります。
- 一部RoHS部品対応済。
- The solder used for structure in high frequency inverters of SPC Electronics is lead-free.
- Dimensions may be increased depending on load conditions.
- Parts are partially RoHS compliant.

SBT ESL/ESHシリーズ

Model 型名	high frequency Output 高周波出力 (kW)	Frequency 発振周波数 (kHz) 内1波	Power Input 電源入力 (V) (kVA)	Cooling Water 冷却水 (L/min)	Dimension 外形寸法 W×H×D (mm)	Mass 質量 (kg)
SBT-ESL/ESH20	20	EL3~10 EH10~30	3φ200/220	24	750×1450×650	250
SBT-ESL/ESH30	30			36		
SBT-ESL/ESH40	40			48		
SBT-ESL/ESH50	50			60		
SBT-ESL/ESH75	75			90		
SBT-ESL/ESH100	100		3φ400/440	120	1200×1850×850	450
SBT-EL/EH150	150			180		
SBT-EL/EH200	200			240		
SBT-EL/EH300	300			360		
SBT-EL/EH400	400			480		
SBT-EL/EH600	600	720	140	2500×2000×1050	1300	
SBT-EL/EH800	800	960	220	仕様により決定。用途・負荷に応じた設計になります。 Decided according to specifications. Design is based on usage and load.		
SBT-EL/EH1000	1000	1200	260			

SFT E/SFTシリーズ

Model 型名	high frequency Output 高周波出力 (kW)	Frequency 発振周波数 (kHz) 内1波	Power Input 電源入力 (V) (kVA)	Cooling Water 冷却水 (L/min)	Dimension 外形寸法 W×H×D (mm)	Mass 質量 (kg)		
SFT-ESL5	5	20~100	3φ200/220	7	480×1100×400	60		
SFT-ESH5	5	100~400		7				
SFT-ESL10	10	20~100		14				
SFT-ESH10	10	100~400		14				
SFT-E20N	20	100~300		24			700×1385×800	220
SFT-E25N	25			30				
SFT-E30N	30			36				
SFT-E40N	40			48				
SFT-E50N	50			60				
SFT-50	50	70~200		3φ400/440			65	850×1630×925
SFT-75	75		100					
SFT-100	100		130					
SFT-150	150		200					
SFT-200	200		260					
SFT-300	300		400	80	2600×1960×850	1000		
SFT-400	400		70~150		520	仕様により決定。用途・負荷に応じた設計になります。 Decided according to specifications. Design is based on usage and load.		
SFT-600	600				800			
SFT-800	800				1050			
					240			

SBT Hシリーズ

Model 型名	high frequency Output 高周波出力 (kW)	Frequency 発振周波数 (kHz) 内1波	Power Input 電源入力 (V) (kVA)	Cooling Water 冷却水 (L/min)	Dimension 外形寸法 W×H×D (mm)	Mass 質量 (kg)
SBT-H20	20	30~80	3φ200/220	26	700×1380×800	300
SBT-H30	30			39		
SBT-H40	40			52		
SBT-H50	50			65		
SBT-H75	75			100		
SBT-H100	100		3φ400/440	130	850×1665×925	400
SBT-H150	150			180		
SBT-H200	200			260		
SBT-H300	300			390		
SBT-H400	400			520		
SBT-H600	600	800	180	1200×1845×850	480	
SBT-H800	800	1050	240	1200×1800×2300	1000	
					1200	
					仕様により決定。用途・負荷に応じた設計になります。 Decided according to specifications. Design is based on usage and load.	

- 注1) 出力安定度: 電源電圧±10%変動に対して±1%以内。(オプションとして±0.1%以内も可能)
 2) 冷却水: 0.25~0.30MPa(2.5~3.0kg/cm²), 背圧0.03MPa(0.3kg/cm²)以下。飲料水程度の良質な水。水温: 室温~35℃以下(最低5℃)。
 3) 使用周囲温度5℃~35℃, 湿度90%以下。
 4) 負荷条件によって外形寸法は変わることがあります。

- Remarks: 1. Output stability: within ±1% for a powersupply voltage fluctuation of ±10%. (Output stability within ±0.1% is available as an option)
 2. Cooling water: 0.25~0.30MPa(2.5~3.0kg/cm²), back pressure of less than 0.03MPa(0.3kg/cm²). Quality of water is drinking water level. Water temperature: From room temperature to 35°C or less (lowest temperature 5°C).
 3. Use conditions: ambient temperature from 5°C to 35°C, humidity of 90% or less
 4. Dimensions may change depending on load conditions

高周波変流器 Current transformer

高周波インバータ出力部と加熱コイルとの間に入れる整合用トランスで、加熱コイルのインピーダンスが低い場合に使用します。
 The current transformer is a matching transformer placed between the inverter output unit and the heating coil. It is used when heating coil impedance is low.

Model 型名	Cooling Water 冷却水 (L/min)	Dimension 外形寸法 W×H×D (mm)	Mass 質量 (kg)	System 方式
CT-2A	3	224×237×280	10	汎用固定式 General purpose fixed-type
CT-10A	5	262×237×370	15	
CT-20A	8	262×237×430	20	
CT-10T	3	195×182×310	10	
CT-20T	5	224×237×370	15	
CT-40L	15	350×350×350	50	
CT-60L	20	350×350×600	80	
CT-100L	30	390×400×600	120	
CT-10H	5	380×600×380	20	
CT-20H	10	480×630×480	30	
CT-200H	30	650×700×650	40	ハンディー式 Handy-type
CT-4M	5	250×250×250	15	
CT-10C	6	φ50×300L	4	
CT-20C	8	φ70×300L	6	
CT-30C	10	φ85×400L	10	



CT-10A



CT-10C

加熱コイル Heating coil

加熱コイルは高周波エネルギーを有効に被加熱物に供給するための最も重要な部品です。被加熱物の形状や要求温度などの条件に合わせて製作致します。

The heating coil is the most important component for effectively supplying high frequency energy to the object to be heated. Heating coil is made according to conditions such as shape of object to be heated and required temperature.



フィーダー Feeder

フィーダーは、高周波インバータからのエネルギーを加熱コイルに伝える配線です。
 The feeder is the wiring which transmits energy from the high frequency inverter to the heating coil.

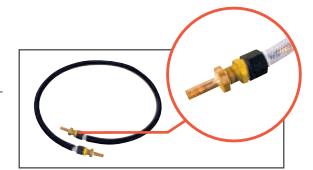
平行平板(銅板)タイプ
 Parallel plate (copper sheet) type

固定式で、故障が少ないが、レイアウト変更時には作り直しが必要。
 Fixed type. Failures are rare, but when the layout is changed, it needs to be remade.



水冷フレキタイプ
 Water cooled flexible type

可変式で、レイアウト変更が容易であるが、大電力には対応できず、曲げる頻度等により消耗品となる。
 Flexible type. Layout change can be done easily, but it is not compatible to large power. It may be expendable according to factors such as frequency of bending.



オプション Option

チラーユニット
 Chiller unit

高周波機器及び加熱コイルの冷却用に使用するもので、冷却水の品質の良くない工場への推奨品です。常時給水は不要です。

The chiller unit is used to chill the transistor inverter and heating coil, and it is recommended for use in plants where the quality of cooling water is poor. Regular water supply is unnecessary.



冷却水循環ユニット
 Cooling water circulation unit

高周波機器及び加熱コイルの冷却用に使用するもので、圧力・水量の確保に用います。温度上昇時、市水の自動供給となります。

The cooling water circulation unit is used to chill the high frequency device and heating coil, and it helps to maintain pressure and water volume. Automatic supply of water at the time of a temperature rise.



多段加熱ユニット
 Multi-step heating unit

高周波出力と加熱時間をプログラムすることにより、決められた加熱条件を再現します。ろう付等の用途に使用されます。

A desired heating condition is obtained by programming the high frequency output and heating time. It is applied to processes such as brazing. Various types, such as digital type or analog dial type, are available.

用途に合わせて
最適の加熱システムを提案します。
高周波電源部のみ販売も承ります。

■薄板加熱システム (磁性材のみならず、アルミ・非磁性SUS等の加熱対応)

Thin-film heating system (Applicable to heating not only magnetic materials, but also materials such as aluminum and nonmagnetic SUS)

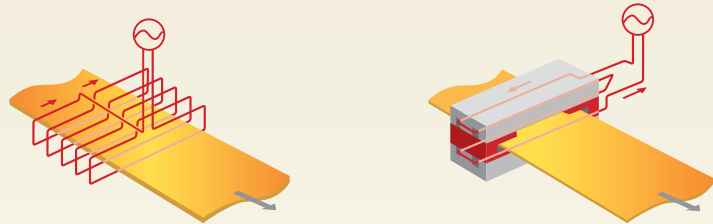
- 仕様:出力 30kW~1000kW
周波数 5kHz~50kHz
- 用途:ラミネート加熱、塗装乾燥、
その他の加熱処理

Specification: Output 30 kW to 1000 kW
Frequency 5 kHz to 50 kHz
Usage: Laminate heating, paint drying, and other heating process

特許取得済み
Patented



アルミ薄板加熱システム
Aluminum thin film heating system

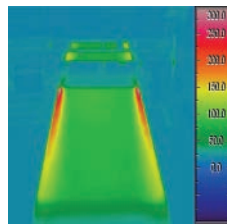


ループ電流キャンセル方式
磁性材、薄板用
Loop electric current canceling method
For magnetic material and thin-film

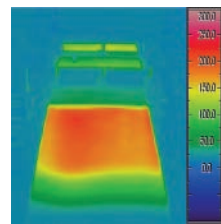
リーケージ磁束リユース方式
非磁性、箔対応可能
Magnetic flux leakage reuse method
Applicable to nonmagnetic material and foil

巾方向温度分布 Widthwise temperature distribution

従来式
Conventional method



当社新方式
SPC Electronics
new method



アルミ
10μmまで
対応可能
Applicable to aluminum
10 μm or more thick

■シャフト焼入 (横型) 装置

Shaft hardening equipment (horizontal type)

- 高周波誘導加熱を利用した小型シャフト連続焼入装置
 - 2本同時、ワンショット焼入
- Continuous small shaft hardening equipment using high frequency induction heating
Single-shot hardening of two shafts at once

- 高速処理**
High speed process
- ・2本同時、ワンショット(一発回転)で焼入
- ・焼入/焼戻しを1ポジションで処理
- ・Two shafts are hardened in single-shot (one shot rotation)
- ・Hardening and tempering is processed in one position



- 高速焼入**
High speed hardening
- ・高速インバータ搭載立ち上がり20mS
- ・High speed inverter mounted; start-up speed 20mS

- インライン対応**
In line hardening
- ・前後装置との自動取合い可能
- ・Automatic handling between production steps is possible

■コンプレッサー無酸化ろう付装置

Anti-oxidation compressor brazing equipment

各種ガス雰囲気中で加熱することにより、酸化軽減・フラックスレス・無洗浄に寄与します。

Heating in gas atmospheres contributes to reduced oxidation, no flux, and no washing.



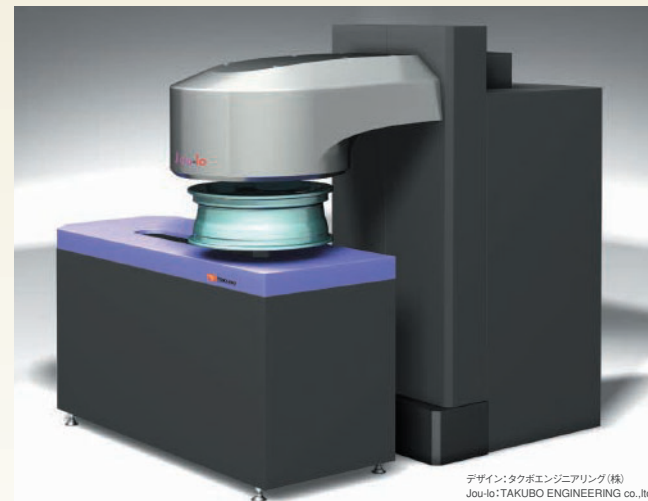
添加ガス Introduced gas	ろう材 Filler metal	フラックス Flux	湯洗 Washing
H ₂ + 不活性ガス H ₂ + inert gas	銀ろう Silver	不要 Not required	不要 Not required
不活性ガス等 (N ₂ , Ar, CO ₂ 等) Inert gases (N ₂ , Ar, CO ₂ etc.)	リン銅ろう Phosphor copper	必要 Required	必要 (ガス無の場合より 汚れが軽減します) Required (Residue is reduced compared to no gas)
	銀ろう Silver		
	黄銅ろう Brass		

■塗装乾燥システム

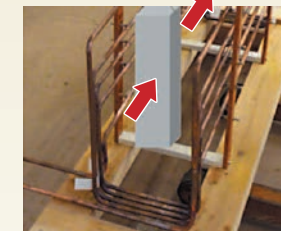
Paint drying system

高周波誘導加熱方式の塗装乾燥をシステムでご提供します。

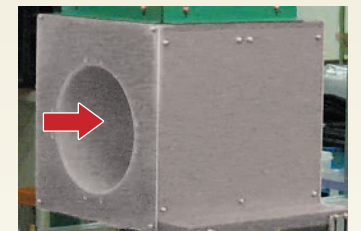
We offer paint drying using high frequency induction heating method in a system



ホイール塗装乾燥システム
Wheel paint drying system



部品の塗装乾燥用コイル
Coil for drying painted parts



線材の塗装乾燥用コイル
Coil for drying painted wire rods

- 特長 ・昇温時間が短く、高速短時間乾燥が可能となります。
- ・炉に比べ、設置スペースが大幅に小さくなります。

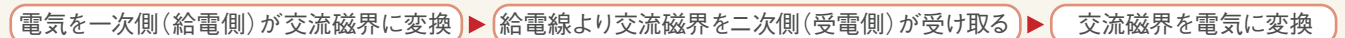
Features ・ Temperature rises quickly, and a high-speed short time drying is possible
・ Installation space is greatly reduced compared to furnace

■非接触給電用電源

Non-contact power supply

非接触給電システムとは…ケーブルなどの物理的な接触なしで、電気エネルギーを供給するシステム

- 原理 基本原理は、電磁誘導であり、複数巻きの絶縁トランスに相当します。

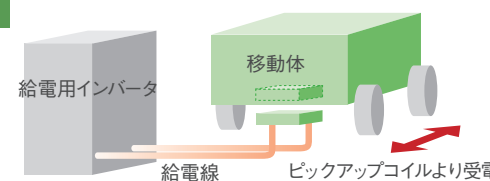


- 特長 1. 磨耗部品が無いので、発塵が無く、消耗部品がありません。▶メンテナンスフリー。クリーンルームでの搬送に有効です。
- 2. 安全です(火花、ショート、感電がない)▶防爆雰囲気での利用、水中での電力伝送に最適です。

給電方式

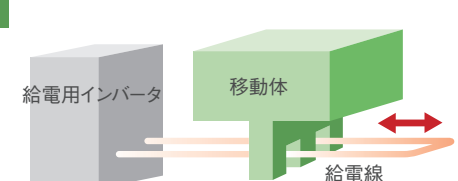
間欠充電

- 適用例
- 電気バス
- 鉄道



連続給電

- 適用例
- 自動搬送台車
- エレベーター



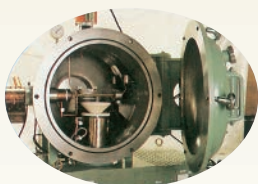
■溶解・蒸着

Melting, Deposition

- 仕様: 出力 5kW~1000kW
周波数 1kHz~30kHz
- 用途: 鉄鋼溶解、貴金属溶解、遠心鍛造、新素材の真空溶解

Specification: Output 5 kW to 1000 kW
Frequency 1 kHz to 30 kHz

Usage: Steel melting, precious metal melting, centrifugal forging, vacuum melting of new materials



溶解装置
Melting equipment



ルツボの加熱用コイル
Crucible heating coil

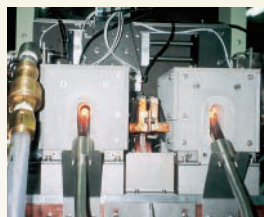
■鍛造

Forging

- 仕様: 出力 30kW~1000kW
周波数 1kHz~30kHz
- 用途: ビレットの加熱

Specification: Output 30 kW to 1000 kW
Frequency 1 kHz to 30 kHz

Usage: Heating billet



ビレットヒータ
Billet heater



ビレットの加熱部
Billet heated part

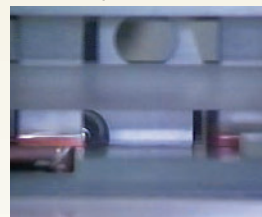
■焼鈍

Annealing

- 仕様: 出力 30kW~1000kW
周波数 10kHz~100kHz
- 用途: 電線・ステンレスパイプ等の焼鈍、プレス加工時の絞り・曲げ加工の前処理

Specification: Output 30 kW to 1000 kW
Frequency 10 kHz to 100 kHz

Usage: Annealing of wires, stainless steel pipes and other metals, deep drawing in press working, pretreatment for bending



電池ケースの焼鈍
Annealing of battery cases



電池ケース供給装置
Battery case feeding equipment

■ろう付・はんだ付

Brazing

- 仕様: 出力 2kW~100kW
周波数 10kHz~200kHz
- 用途: 金属部品の銀ろう・リン銅ろう・アルミろうなどのろう付

Specification: Output 2 kW to 100 kW
Frequency 10 kHz to 200 kHz

Usage: Brazing including silver brazing, phosphor copper brazing and aluminum brazing of metal parts



アルミろう付
Aluminium brazing



ハンディー式ろう付
Handy-type brazing

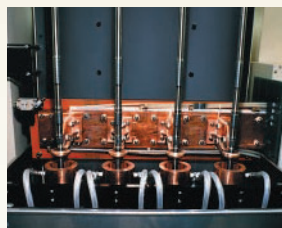
■縦型焼入

Vertical hardening

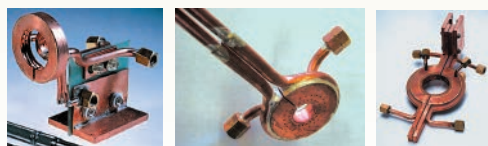
- 仕様: 出力 5kW~200kW
周波数 3kHz~300kHz
- 用途: シャフト、ギヤー、ベアリング等の焼入

Specification: Output 5 kW to 200 kW
Frequency 3 kHz to 300 kHz

Usage: Hardening shafts, gears, bearings, and other parts



縦型焼入装置
Vertical type hardening equipment



焼入用コイル
Coil for hardening

■焼嵌

Shrinkage fitting

- 仕様: 出力 30kW~1000kW
周波数 3kHz~30kHz
- 用途: コンプレッサーのローターとシャフト、ベアリング等の焼嵌

Specification: Output 30 kW to 1000 kW
Frequency 3 kHz to 30 kHz

Usage: Shrink fitting of compressor rotors and shafts, bearings and other parts



コンプレッサーカットモデル
Compressor cut model



内加熱用コイル
Inner coil



インナーコイル及びアウターコイル
Inner coil and outer coil

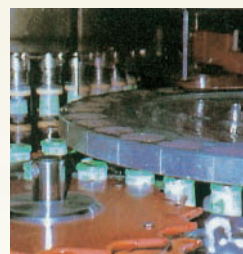
■シール

Seal

- 仕様: 出力 2kW~20kW
周波数 100kHz~
- 用途: 食品キャップシール、ラミネートチューブシールの接着

Specification: Output 2 kW to 20 kW
Frequency 100 kHz or more

Usage: Bonding of food cap seals and laminate tube seals



ロータリー式
アルミキャップシール
Rotary aluminum cap seal



マヨネーズ・乳酸飲料の
キャップシール
Cap seals of mayonnaise and
lactic beverages

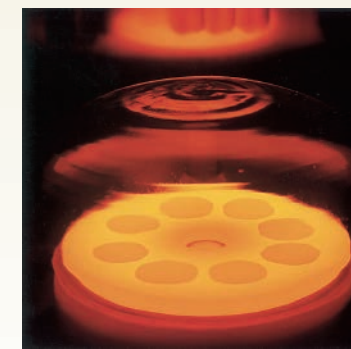
■エピタキシャル成長装置用高周波電源

High frequency power for epitaxial growth system

- 仕様: 出力 30kW~300kW
周波数 10kHz~100kHz
- 用途: 半導体製造用のエピタキシャル成長装置に使用する高周波インバータ

Specification: Output 30 kW to 300 kW
Frequency 10 kHz to 100 kHz

Usage: High frequency inverter used for epitaxial growth system for manufacturing semiconductors



エピタキシャル成長装置
Epitaxial growth system

誘導加熱の原理

Principle of induction heating

誘導加熱では被加熱体が自ら発熱

With induction heating, heat is generated by the object to be heated itself

図1に示すように、丸棒状の金属(被加熱物)の周りにコイルを巻いて、この加熱コイルに交流電流を流すと、被加熱物の表面から加熱されて赤くなっていくのが見られます。

これは高周波電流によってできる高周波磁束が、被加熱物を貫通して非常に密度の高い電流(うず電流と呼ばれる)を誘導し、これによって被加熱物の表面が加熱されるからです。

このように、コイルからはなれて置かれた金属に電流が誘導され、金属が加熱される現象を誘導加熱と言います。このうず電流は被加熱物の表面に近いほど強く、内部にいくなると、指数関数的に弱くなります。これを表皮効果と言います。

図2はこの表皮効果を示したものです。うず電流が表面における強さの0.368倍に減少した点までの深さを電流浸透深さと呼び、誘導加熱を利用する上で非常に重要な数値となります。電流浸透深さは、普通δで示します。

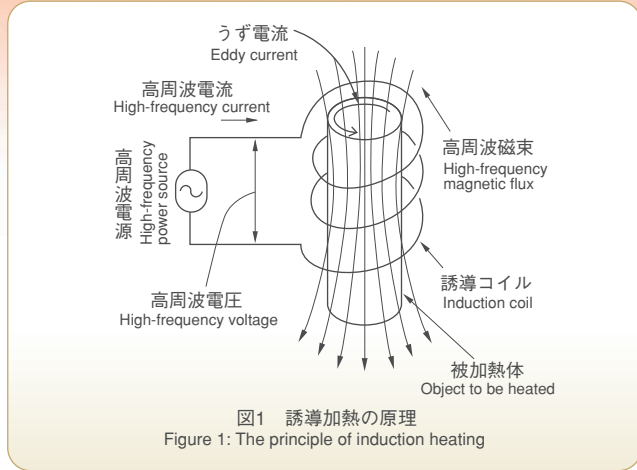


図1 誘導加熱の原理
Figure 1: The principle of induction heating

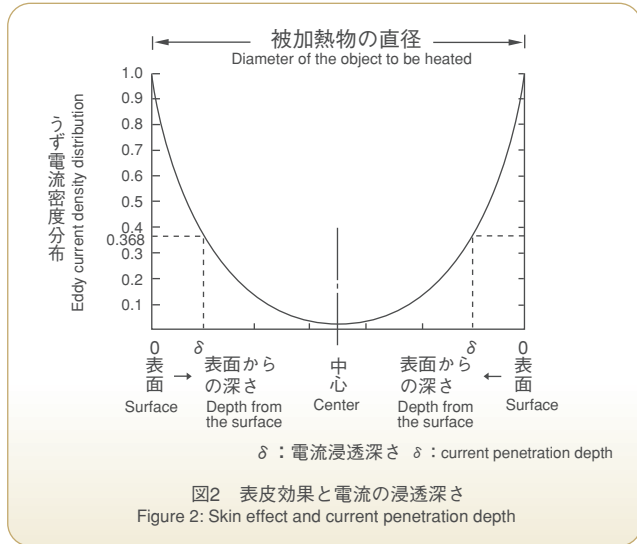


図2 表皮効果と電流の浸透深さ
Figure 2: Skin effect and current penetration depth

$$\delta = 5.03 \cdot 10^{-4} \sqrt{\frac{\rho}{\mu f}} \text{ (cm)}$$

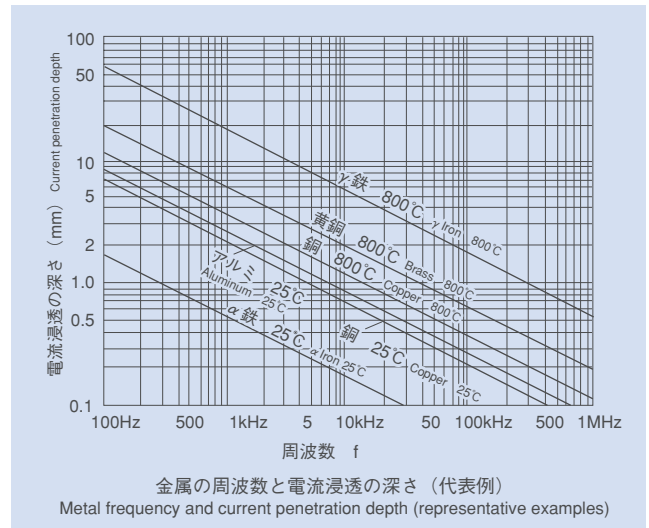
ρ: 被加熱材の体積抵抗率 (Ω・m)
μ: 被加熱材の比透磁率
(磁性材ではμ>1、非磁性材ではμ=1)
f: 周波数 (Hz)

δ: penetration depth
ρ: volume resistivity of the material to be heated (Ω・m)
μ: relative permeability of the material to be heated (for magnetic material μ>1, for non-magnetic material μ=1)
f: frequency (Hz)

図2の式から、材質が同じものを誘導加熱すると(ρ/μ=一定のとき)、周波数が高いほどδは小さくなり、発熱部が表面近くに集中されることがわかります。

表面焼入れの場合は、周波数を高くして、電流浸透深さを浅くし、さらに、加熱時間を短くすることにより、表面に発熱部を集中させてからすぐに冷却する必要があります。

一般的に表面の電力密度は1~5kW/cm²となります。これに対して、全体の均熱加熱の場合は周波数を低くして、電流浸透深さを被加熱物の直径の1/3~1/7程度とし、加熱時間も比較的長くとります。



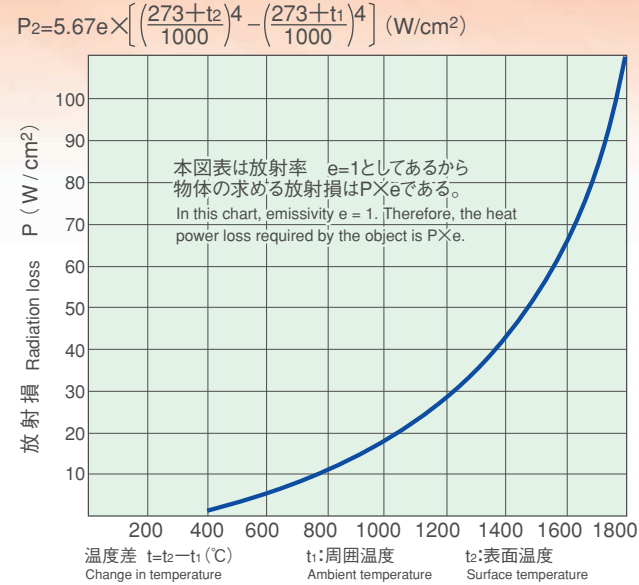
γ鉄はキュリー点以上の温度の時、ρ=1.25×10⁻⁸、μ=1とした場合、黄銅は約800°Cの場合でρ=1.5×10⁻⁷、μ=1とし、銅は約800°Cの場合(ρ=5×10⁻⁸、μ=1)と常温の場合(ρ=1.7×10⁻⁸、μ=1)を示しています。またα鉄は常温の場合でρ=10×10⁻⁸、μ=100として示しています。

加熱電力算定表

Heating power computation sheet

放射電力損

Heat radiation power loss



主要金属の物理定数表 Physical Constants of Principal Metals

金属名 Metal	記号 Symbol	原子量 Atomic weight	密度 Density (kg/m ³)	融点 Melting point (°C)	沸点 Boiling point (°C)	比熱 Specific heat (J/(kg·K)) at 20°C	熱伝導率 Thermal conductivity (W/(m·K)) at 20°C	体積抵抗率(電気抵抗率) Volume resistivity (electrical resistivity) (Ω·m) at 100°C	体積固有抵抗の温度係数 (0~100°C) Volume resistivity temperature coefficient
亜鉛	Zn	65.37	7.13×10 ³	419.58	907	384	121	7.8×10 ⁻⁸	4.2×10 ⁻³
アルミニウム	Al	26.98	2.70×10 ³	660.37	2520	903	237	3.55×10 ⁻⁸	4.2×10 ⁻³
イリジウム	Ir	192.2	22.42×10 ³	2443	4437	129	147	6.8×10 ⁻⁸	4.5×10 ⁻³
黄銅(C2801)		-	8.5×10 ³	905	-	375	123	8.74×10 ⁻⁸	4.1×10 ⁻³
金	Au	96.96	19.32×10 ³	1064.43	2857	131	315	2.88×10 ⁻⁸	4.0×10 ⁻³
銀	Ag	107.86	10.5×10 ³	961.93	2162	235	427	2.08×10 ⁻⁸	4.1×10 ⁻³
グラファイト		-	2.25×10 ³	-	-	712	24	8×10 ⁻⁶	-
クロム	Cr	51.99	7.2×10 ³	1857	2682	462	90.3	1.61×10 ⁻⁷	2.7×10 ⁻³
硅素	Si	28.08	2.33×10 ³	1412	3266	680	148	0.639	-
軟鋼(S400)		-	7.8×10 ³	1500	-	502	46	1.9×10 ⁻⁷	2.0×10 ⁻³
硬鋼(S45C)		-	7.8×10 ³	1400	-	502	46	2.0×10 ⁻⁷	2.0×10 ⁻³
コバルト	Co	58.93	8.9×10 ³	1495	2930	416	99	9.5×10 ⁻⁸	7.0×10 ⁻³
錫	Sn	118.69	7.31×10 ³	231.97	2603	227	67	1.58×10 ⁻⁷	4.2×10 ⁻³
SUS430(磁性)		-	7.7×10 ³	1470	-	460	26	1.98×10 ⁻⁶	28.7×10 ⁻³
SUS304(非磁性)		-	7.92×10 ³	1430	-	499	16	7.76×10 ⁻⁷	0.97×10 ⁻³
セレン	Se	78.96	4.79×10 ³	220.2	684.9	353	-	-	4.5×10 ⁻³
タングステン	W	183.85	19.3×10 ³	3407	5555	134	178	7.3×10 ⁻⁸	4.9×10 ⁻³
炭素	C	12.01	3.51×10 ³	-	3370	693	24	3.5×10 ⁻⁵	0.9×10 ⁻³
tantalum	Ta	180.94	16.65×10 ³	2985	5510	143	55	1.67×10 ⁻⁷	3.6×10 ⁻³
チタン	Ti	47.9	4.54×10 ³	1666	3289	521	22	2×10 ⁻⁸	3.47×10 ⁻³
鉄(純鉄)	Fe	55.84	7.9×10 ³	1810	3273	452	80	1.47×10 ⁻⁷	6.5×10 ⁻³
銅	Cu	63.54	8.96×10 ³	1084.5	2571	399	398	2.23×10 ⁻⁸	4.4×10 ⁻³
トリウム	Th	232.03	11.72×10 ³	1750	4789	14	49	2.08×10 ⁻⁷	4.1×10 ⁻³
鉛	Pb	207.19	11.35×10 ³	327.5	1750	129	35	2.7×10 ⁻⁷	4.1×10 ⁻³
ニッケル	Ni	58.71	8.90×10 ³	1455	2890	441	90	1.03×10 ⁻⁷	6.6×10 ⁻³
白金	Pt	195.09	21.45×10 ³	1769	3827	132	71	1.36×10 ⁻⁷	3.9×10 ⁻³
ベリリウム	Be	9.01	1.848×10 ³	1287	2472	1890	147	5.3×10 ⁻⁸	8.9×10 ⁻³
マグネシウム	Mg	24.31	1.74×10 ³	650	1095	1013	156	5.6×10 ⁻⁸	4.2×10 ⁻³
マンガン	Mn	54.93	7.44×10 ³	1246	2062	479	8	-	-
燐青銅		-	8.86×10 ³	1060	-	380	84	-	-
ロジウム	Rh	102.9	12.41×10 ³	1960	3697	248	88	6.2×10 ⁻⁸	4.4×10 ⁻³

※従来単位との換算については、密度 1kg/m³=1×10⁻³g/cm³、比熱 1J/(kg·K)=1/(4.18605×10³)cal/g·°C、熱伝導率 1W/(m·K)=1/(4.18605×10²)cal/(s·cm·°C)、体積抵抗率 1Ω·m=1×10⁸μΩ·cm となります。

高調波抑制対策

Suppression of High Harmonics

高調波抑制対策ガイドライン

2014年4月に、配電系統への高調波障害防止対策を目的とした「高調波抑制対策ガイドライン」が経済産業省で改訂されています。

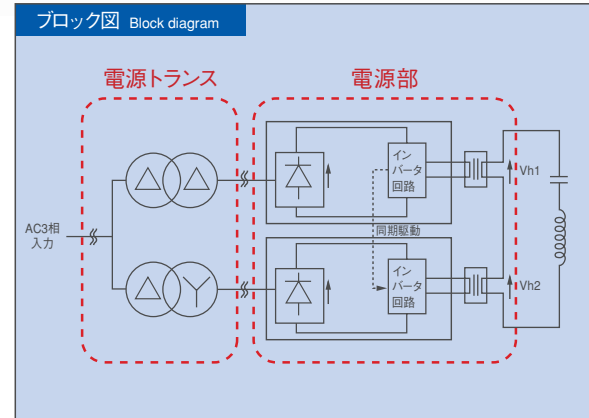
6.6kV受電で50kVA以上の需要家が機器を増設、新設、更新する場合は高調波電流抑制の対策を行う必要性が上記ガイドラインに説明されています。

Guideline for the Suppression of Harmonics

Guideline for the Suppression of Harmonics was revised in April 2014 by Ministry of Economy, Trade and Industry for the purpose of preventing high harmonic interference with power distribution systems. The above guidelines explain the necessity of suppressing high harmonic currents when customers requiring 50kVA or more from commercial 6.6kV power system augment, newly install, or update equipment.

当社の高調波抑制対策（オプション）
Our High Harmonics Suppression Measures (optional)

- 12パルス方式で対応 Compatible with the 12-pulse method
特許取得済み Patented



高調波電流発生率一覧（一部抜粋）
Generation Rate of High Harmonic Currents (selected portion)

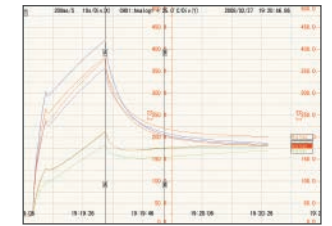
回路種別と分類No. Circuit Type and classification number		5次 5-phase	7次 7-phase	11次 11-phase	13次 13-phase	17次 17-phase
当社シリーズ SPC series	6パルス 6-pulse	11	17.5	11.0	4.5	3.0
オプション Option	12パルス 12-pulse	12	2.0	1.5	4.5	0.2

■ サンプルテスト体制

島田理化工業では、高周波加熱設備、評価設備が充実したサンプルテスト室があります。



サンプルテスト室 Sample testing room



熱電対取り付けによる温度測定
Temperature measured by thermocouple



サーモビューアによる温度測定
Temperature measured by thermo viewer

■ 電波申請に関するお願い

島田理化工業の高周波インバータは、高周波利用設備の「通信設備以外の設備」に該当し、設備使用に際しまして、総務省の各地区総合通信局へ許可申請が必要です。
弊社製品の購入、移動、廃却に当たっては、手続きをお忘れなく行っていただきたく、御願ひ申し上げます。

● 参照

高周波利用設備とは

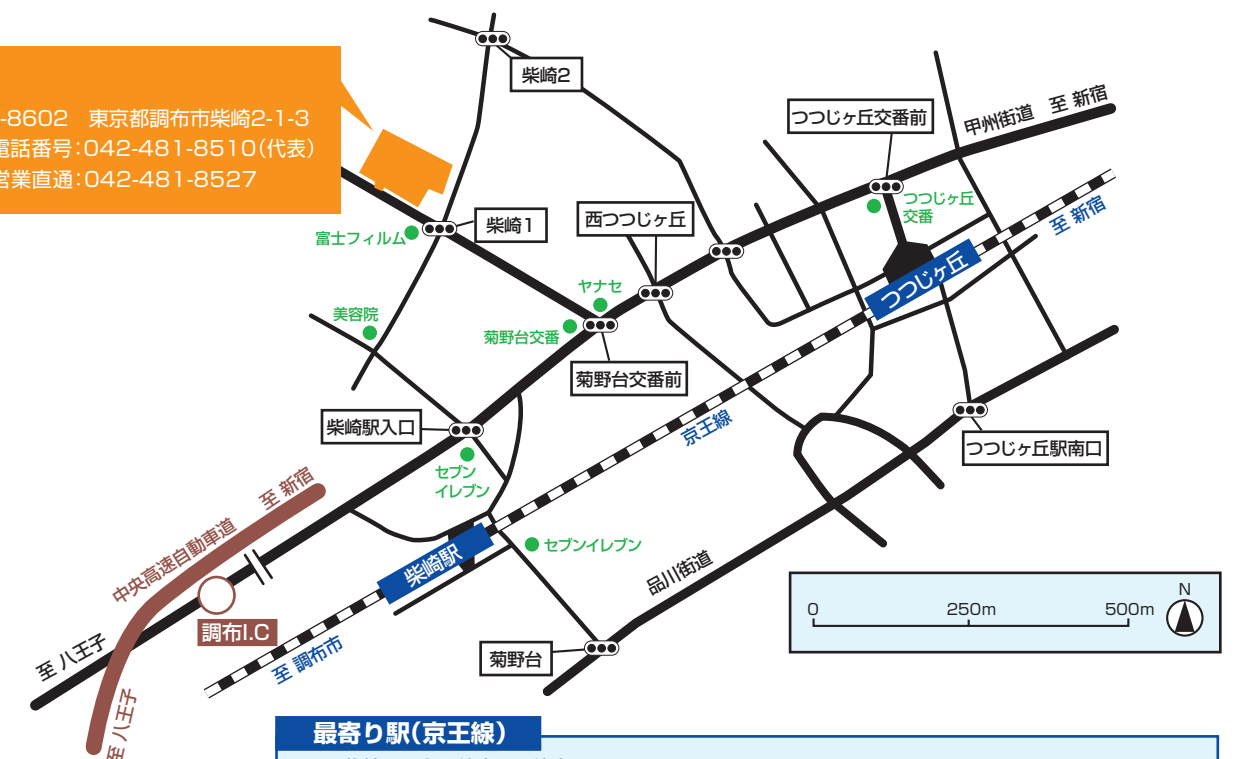
高周波利用設備とは、電線路に10kHz以上の高周波電流を通ずる電線、電話、その他の通信設備及び10kHz以上の高周波電流を利用して医療、工業等の分野で幅広く活用されているもので、わが国の産業に大きく寄与しております。しかし、高周波利用設備から漏洩する電波が他の無線通信に妨害を与えるおそれがあるため、一定の周波数又は電力を使用する高周波利用設備を設置しようとする者は、設置する前に許可を受ける必要があります。
また、許可を受けた設備を変更（増設、撤去、設置場所の変更等）しようとする時、廃止しようとする時又は譲り渡す時等の場合にも手続が必要となります。

許可が必要な「通信設備以外の設備」の種別は、以下のとおりです。

設備の種別	設備の詳細
通信設備以外の設備	医療用設備 高周波エネルギーを医療のために使用するもの。 ※電気メス、MRIは医療用設備ですが、医療用品の洗浄などは、医療用ではなく各種設備に該当します。
	工業用加熱設備 高周波エネルギーを木材、合板の乾燥、繭の乾燥、金属の熔融、金属の加熱、真空管の排気等の工業生産に使用するもの。
	各種設備 高周波エネルギーを直接負荷に与え又は加熱や電離などに使用するもの（医療用設備、工業用加熱設備を除く）。 ※医療用品の洗浄などは、医療用ではなく各種設備に該当します。

本社

〒182-8602 東京都調布市柴崎2-1-3
電話番号：042-481-8510(代表)
営業直通：042-481-8527



最寄り駅(京王線)

- 柴崎駅：各駅停車のみ停車します。
新宿方面からはつつじヶ丘駅で各駅停車にお乗り換えください。
八王子、橋本方面からは調布駅で各駅停車にお乗り換えください。
- つつじヶ丘駅：新宿から急行、快速、区間急行で約20分（特急、準特急は停車しません）
- 徒歩でご来社の場合…柴崎駅から約8分、つつじヶ丘駅から約12分
- タクシーをご利用の場合…つつじヶ丘駅から約3分、柴崎駅にはタクシー乗り場はございません
- お車でご来社の場合…中央高速を調布I.C.で降り、甲州街道を新宿方面へ「菊野台交番前」交差点（調布I.C.から約20分）を左折し、最初の信号を越えてすぐです