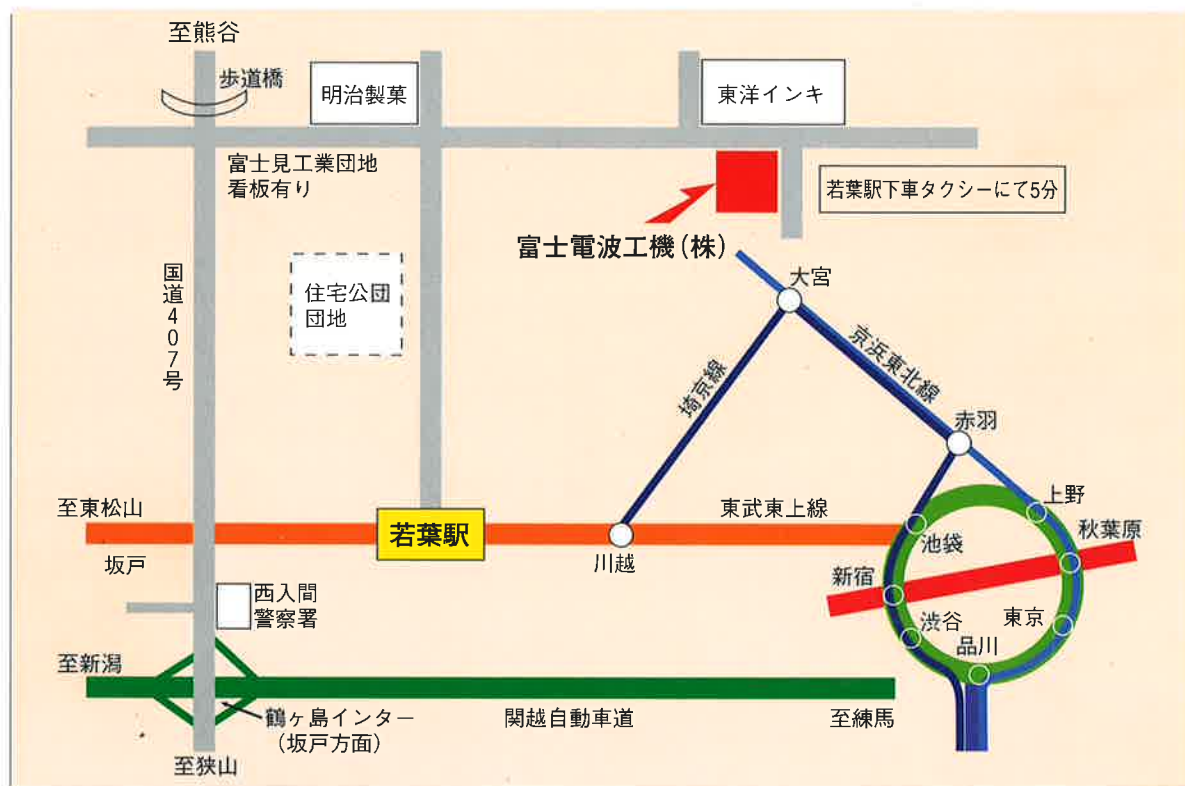


※製品改良の為、仕様・外観は予告なしに変更する事がありますのでご了承下さい。
 ※弊社では、ここで紹介した他にもさまざまな高周波装置を取り扱っております。
 ご不明な点がございましたら、ご遠慮なくお問い合わせください。

安全に関する注意



- ご使用の前に、『取扱説明書』をよくお読みのうえ正しくお使いください。
- このカタログに掲載の商品は産業用です。



富士電波工機株式会社
 FUJI ELECTRONIC INDUSTRIAL CO., LTD.

本社・工場	〒350-2201 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目2番22号	TEL (049) 286-3211 FAX (049) 286-5581
本社営業	〒350-2201 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目2番22号	TEL (049) 271-6564 FAX (049) 286-5581
大阪営業所	〒550-0015 大阪市西区南堀江3丁目6番1号 西大阪ビル3F	TEL (06) 6539-7501 FAX (06) 6539-7505
名古屋営業所	〒466-0858 名古屋市昭和区折戸町3丁目1番1号	TEL (052) 763-7511 FAX (052) 763-7513
福岡営業所	〒814-0161 福岡市早良区飯倉8丁目27番地1号	TEL (092) 874-1500 FAX (092) 874-1501

URL <http://www.fdc.co.jp> E-mail yudo@fdc.co.jp



高周波誘導加熱装置



富士電波工機株式会社
 FUJI ELECTRONIC INDUSTRIAL CO., LTD.

誘導加熱とは

図1のように、交流電源につなげたコイルの中に、円柱状の金属を挿入すると、コイルと金属は離れているにもかかわらず、金属は表面から加熱されて行きます。これが誘導加熱です。この現象をもう少し順に追っていくと、

- (1) コイルに流れる電流により磁界ができます。
- (2) 磁界は金属円柱内にもできています。
- (3) 金属円柱内にはこの磁界を打消すような方向に電流(うず電流といいます)が流れます。うず電流は表面に近いほど多く流れます(表皮効果といいます)。
- (4) このうず電流と金属の電気抵抗でジュール熱が発生します。表面に近いほど発熱が多くなります。
- (5) 金属円柱は表面からどんどん加熱して行きます。しかし同時に放熱も始まります。
- (6) 金属円柱の中心部は、表面近くで発生した熱の伝導を受け、表面より少し遅れて加熱されて行きます。

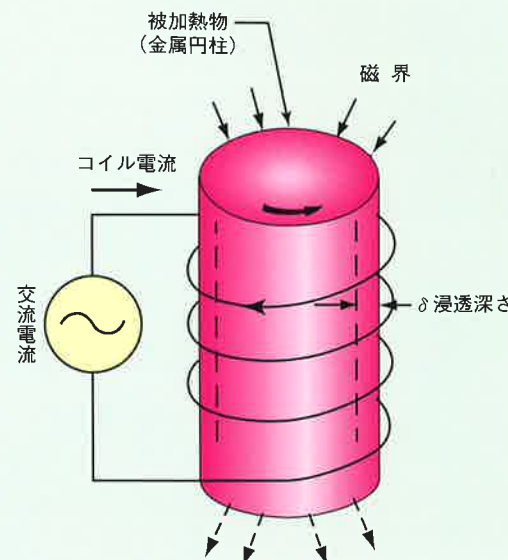


図1 誘導加熱の原理

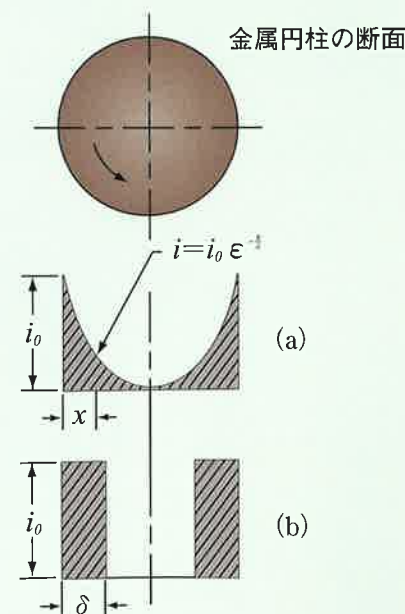
電流の浸透深さ δ とは

金属円柱に流れる電流の分布を断面的に示しますと、図2(a)のようになります。たて軸はうず電流の密度です。この電流密度は内部にいくにつれて指数関数的に減少しますが、その傾向は周波数が高いほど急峻となります。このような電流の表皮効果を表すため、また同時に電流や発熱の電力の計算を容易にするため、図2(a)の斜線で示す全電流が、図2(b)のように、円柱表面での電流密度のまま一律な電流分布になって流れると想定できないかと考え、これを理論的に算出したところ、この電流帯の幅 δ は次式の値となります。

$$\delta = 5.03 \sqrt{\frac{\rho}{\mu_r \cdot f}} \text{ (cm)}$$

ここで ρ : 金属の電気抵抗率 ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)
 μ_r : 金属の比透磁率
 f : 周波数 (Hz)

この電流の幅 δ は電流の浸透深さと呼ばれ、加熱物の径には関係なく、金属固有の物性値である ρ や μ_r と、選定した周波数だけで決まるものです。周波数が高くなると δ 値は小となり、電流の表皮効果が顕著になることが表現されています。

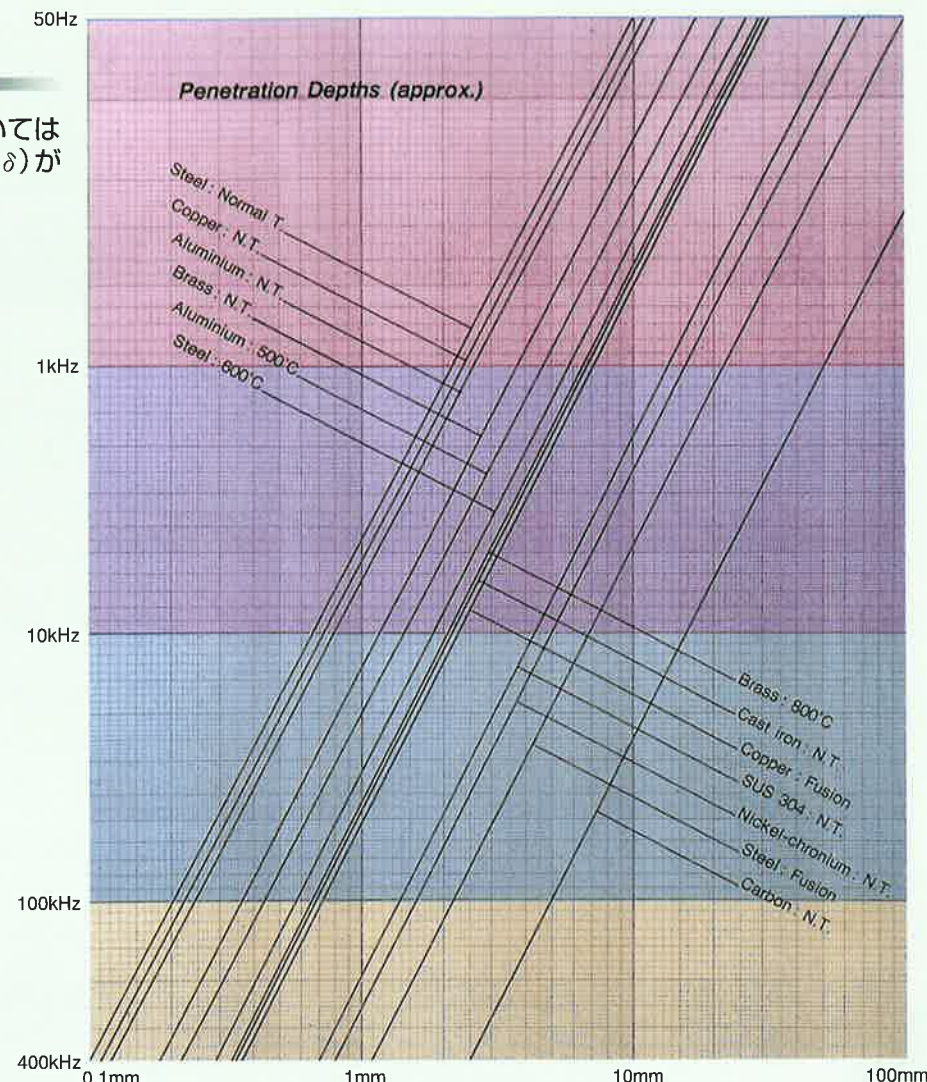


i_0 : 円柱表面の電流密度

図2 金属円柱内の電流分布

金属の浸透深さ δ

steel (鉄、鋼) の変態点温度以下については投入される電流密度によって浸透深さ (δ) が変わります。



必要エネルギーの算定

金属の熱容量 kWh/ton=Wh/kg American Society for Metal: "Metals Hand-Book"									
温度 (°C)	100	200	300	400	600	800	1000	1200	1500
アルミニウム	24.5	50.8	79	109	172	344	404.5	—	—
炭素	24	52.6	86.3	126	214.5	312	415	520	687
銅	10.8	21.8	33.4	44.8	69.2	94.3	120	204	245
金	3.6	8.2	10.9	14.8	23	29.9	39.6	66	78.3
グラファイト	20	42	68.5	99.2	175	280.5	385	490	699
鉄	12.7	26.4	41.9	60	97.3	147	192	227.5	288
鉛	3.6	7.35	11.2	21.8	29.4	37.4	44.9	—	—
マンガン	13	27.6	43.5	61.2	102	149	193	241	385
モリブデン	7	14.6	22.5	30.6	47.7	65.5	84.5	98.5	136
マグネシウム	28.6	58.8	90.7	123.5	192.5	310	—	—	—
ニッケル	12.7	26.4	41.6	59.1	89.3	121.2	152.3	185	318.5
白金	3.73	7.6	11.4	15.2	23.5	31.8	40	49.7	63.7
銀	6.6	13.2	20	27	41.6	51.2	102.8	120	—
鋼 (0.3%C)	14.8	29.5	44	59	96.7	153	192	222.5	318 (1550°C)
タングステン	3.9	7.6	11.5	15.6	23.4	31.5	40.1	48.6	62.5
錫	6.6	12.3	37	43.5	56.5	69.8	82.7	—	—
亜鉛	11	22.2	34.3	46.5	102.9	133	—	—	—

☆必要エネルギーの算定☆
 被加熱物吸収電力Pの算定は下記の2通りの方法があります。

$P = K \cdot M \cdot \frac{60 \text{ (min)}}{t} \text{ (W)}$
 K : 所定温度の左表数値 (Wh/kg)
 M : 被加熱物重量 (kg)
 t : 加熱時間 (min)

$P = \frac{4.2 \times M \cdot C \cdot \Delta\theta}{t} \text{ (kW)}$
 M : 被加熱物重量 (kg)
 C : 比熱
 $\Delta\theta$: 昇温温度 (°C)
 t : 加熱時間 (sec)

又、他に、熱放射電力損、熱対流電力損、熱伝導電力損等があり、全所要電力はこれらの合計値になります。



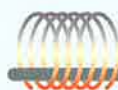
誘導加熱の特徴

誘導加熱は省エネルギー装置として、クリーンな電気直接加熱として、又、熱の制御がし易いので自動化や省力化を目的とし、今日迄生産に研究に広く採用されております。

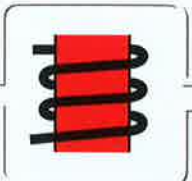
- ☆ 直接加熱である
- ☆ エネルギー密度が高い
- ☆ 制御性が良い



加熱、停止が瞬時に行える
 加熱範囲を全体から局部迄選べる
 雰囲気(真空・ガス)中でも加熱出来る
 自動化が容易である
 急速加熱が出来る
 加熱精度・操作性が良い
 設備占有面積が小さい



誘導加熱の用途

溶解・鋳造		溶解(大気・真空) 浮揚溶解、精錬、保持
熱処理		焼入、焼戻し、焼鈍
加熱加工		鍛造、圧延成形、押出し、抽伸 板加熱
一般加熱		焼ばめ、焼ぬき、焼結 プラスチック成型品加工 樹脂コーティング、乾燥等
溶接・接合		ロー付(銀・銅・アルミロウ) 半田付 拡散接合 電縫管接合



小型大気溶解炉



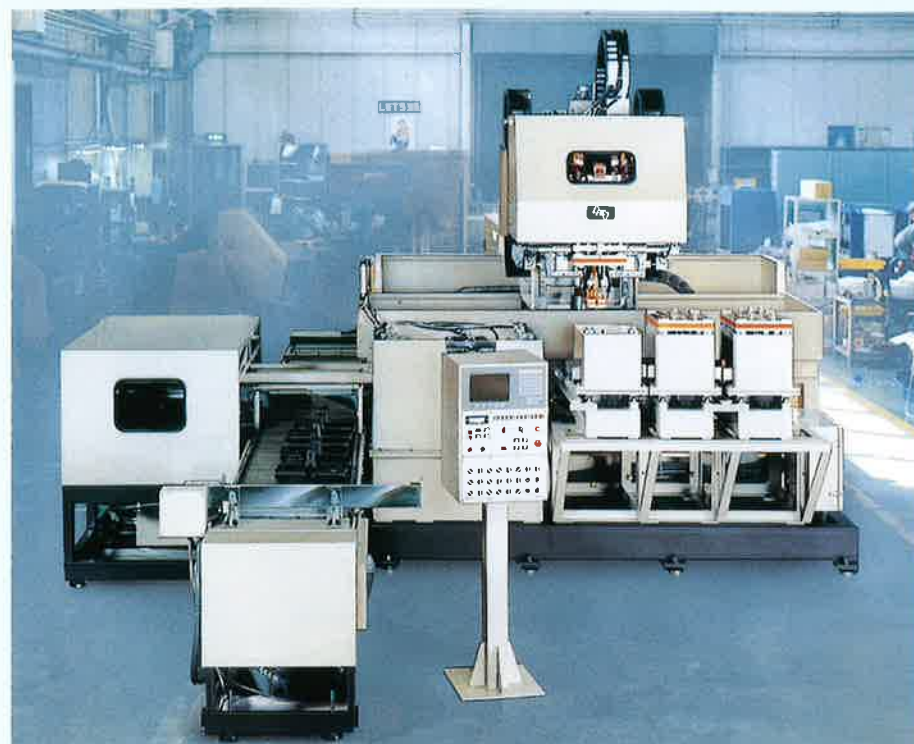
30kg 真空溶解炉



500kg 大気溶解炉



5kg 真空溶解炉

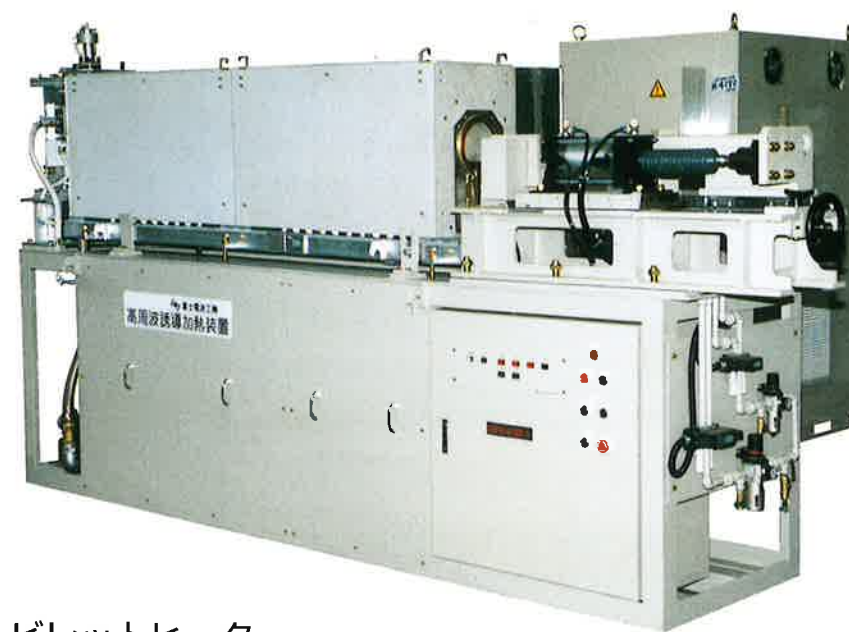


全自動コンピュータシステム
CNC高周波焼入装置／オートマチックコイルチェンジャー

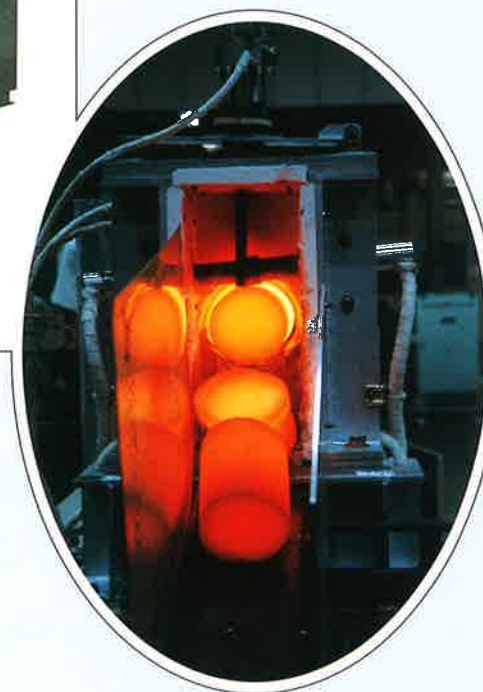


ギヤシャフト焼入れ装置

全自動大型汎用縦形高周波焼入装置



ビレットヒーター

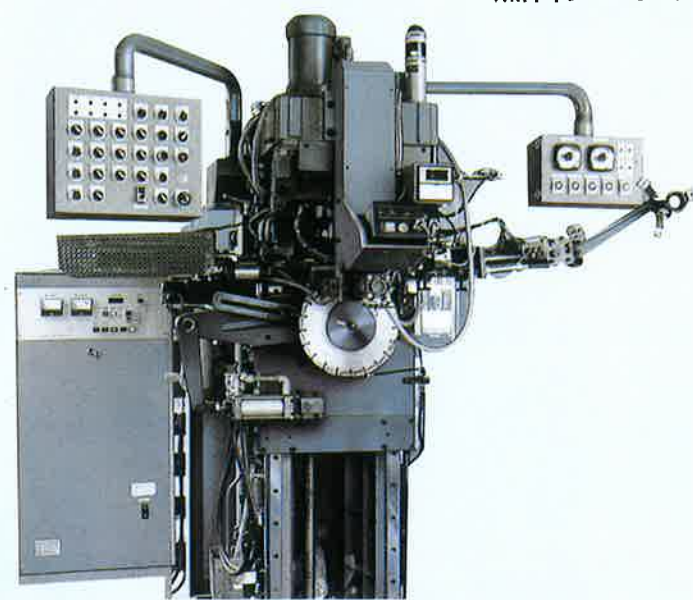


低周波アルミビレットヒーター





燃料タンクフィラーロー付装置



ダイヤモンドチップ自動ロー付装置



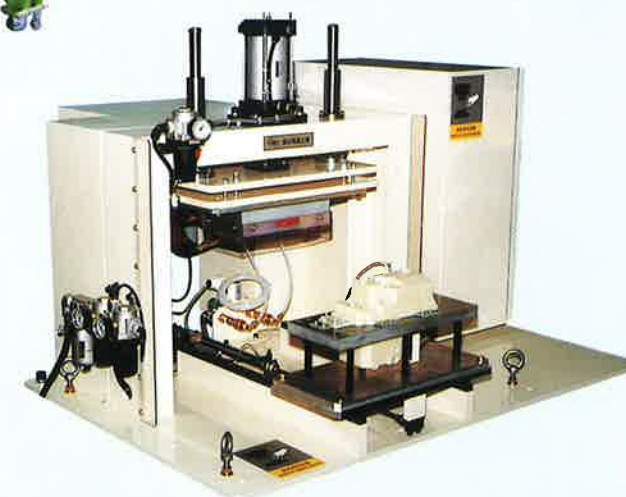
口金ロー付装置



ガスメーター用ヒンジ金半田付装置



ロータリー式 連続焼鈍装置



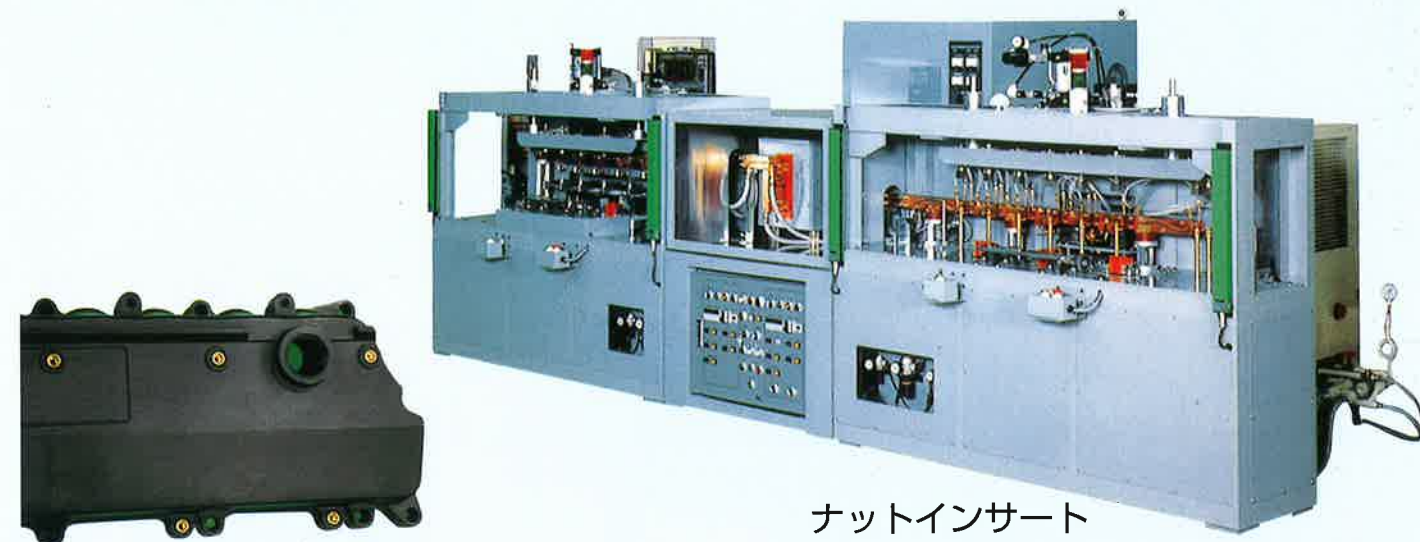
電磁溶着装置



ギヤーシャフト焼嵌装置



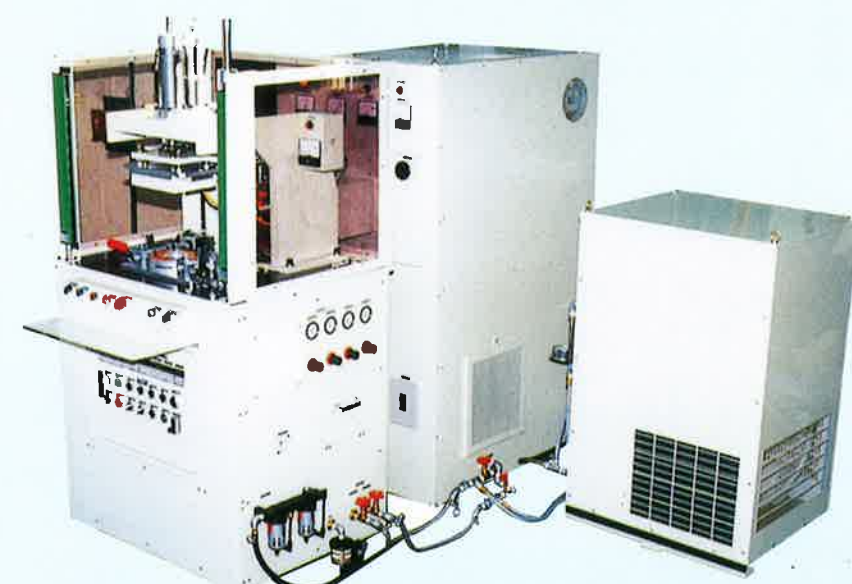
ロータリー式 接着剤硬化用加熱装置



ナットインサート



自動車ドア内装トリミング装置



エアフィルターカシメ装置



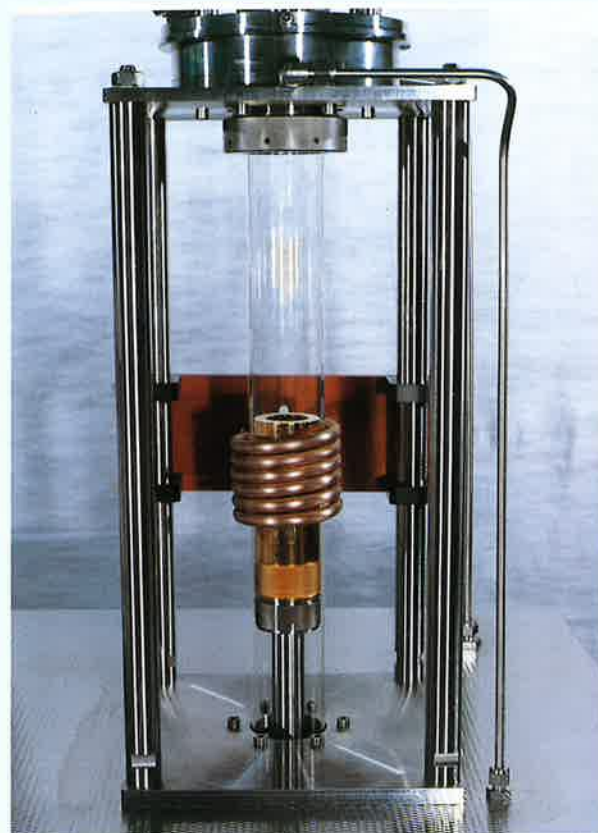
紙管底接着用加熱装置



ドア取手ナットインサート装置



接着剤硬化用加熱装置



コールドクルーシブル浮揚溶解炉



コールドクルーシブル スカル溶解炉
溶解量 10kg



浮揚溶解装置



浮揚溶解状態

マグネシウム用ホットチャンバーダイキャストマシン



上：ダイキャストマシン <(株)ヒシママシナリー製>
左：ダイキャストノズル用加熱装置



GIE-204

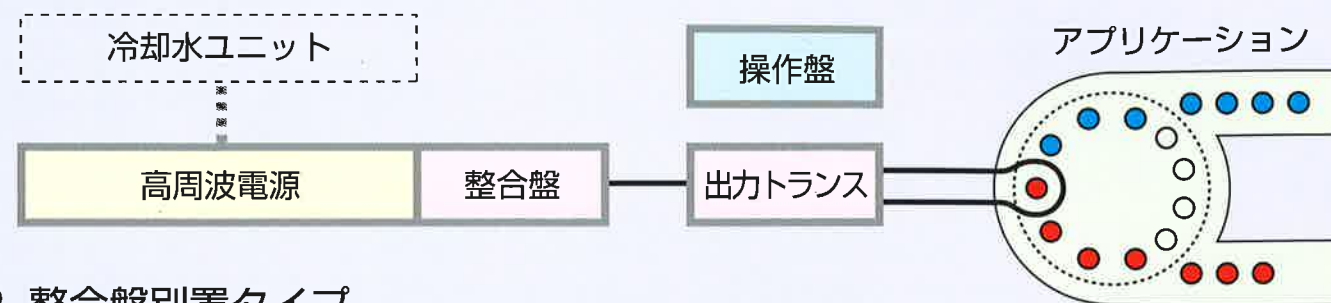


上：エピタキシャル気相成長装置 EGV-28GX型 <東芝機械(株)製>
左：エピタキシャル気相成長装置用加熱装置

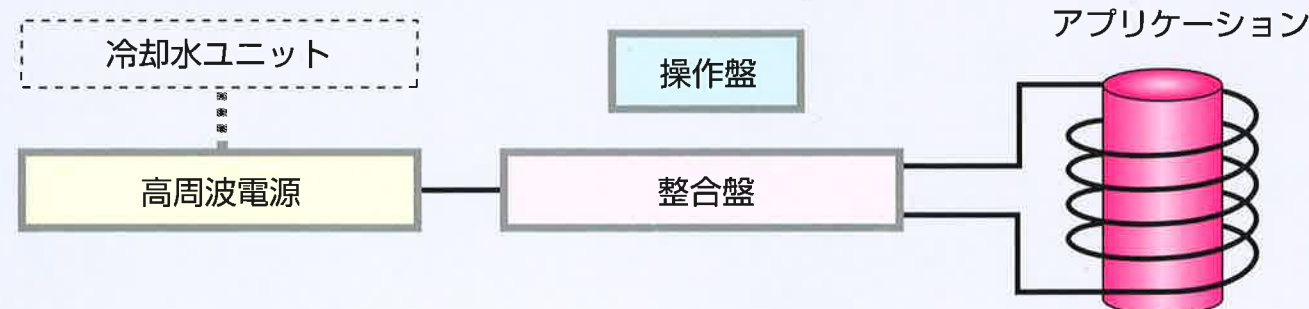
◆高周波加熱装置の基本構成

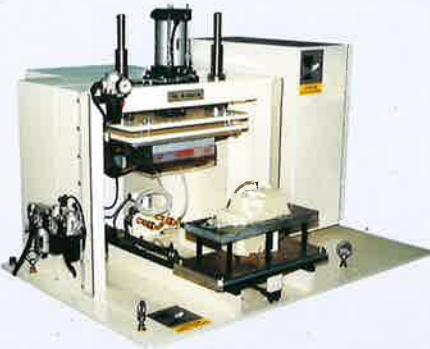
高周波加熱装置の基本構成

1. 整合部内蔵タイプ



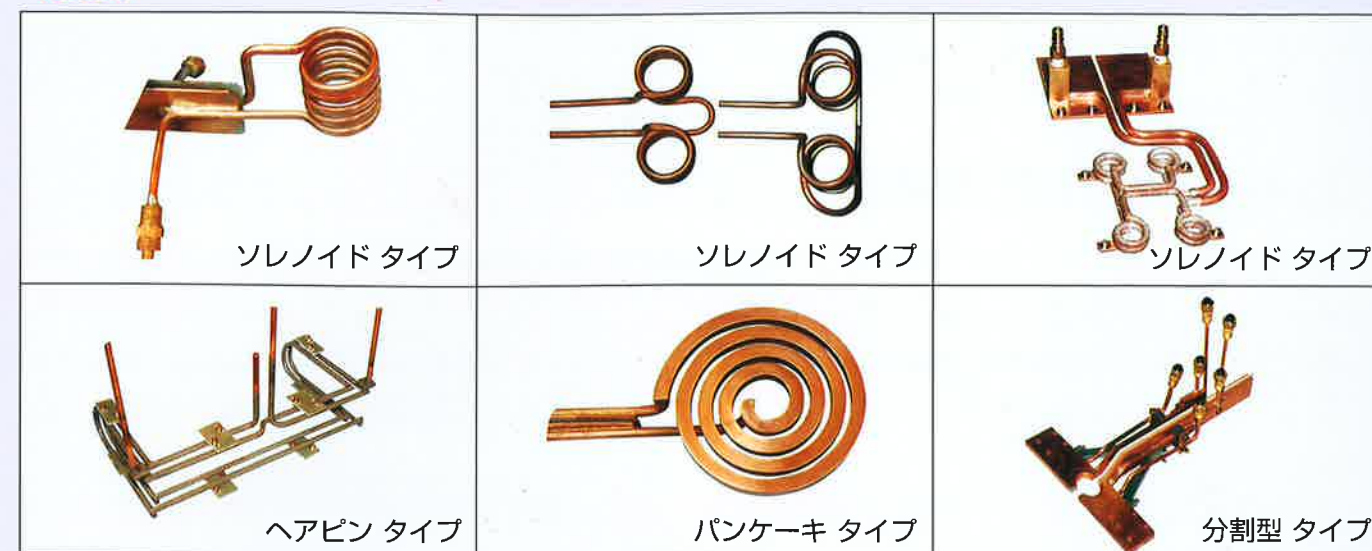
2. 整合盤別置タイプ



高周波電源		整合盤
 		 高周波電源から加熱部へ最適な電圧と電流を伝えます。
加熱部	操作盤	アプリケーション
 アプリケーションに組み込まれることもあります。	 装置全体の制御、操作など必要な機能を持たせます。	

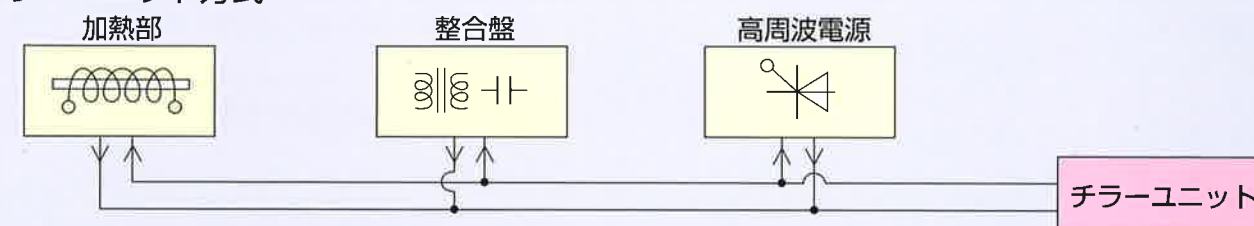
◆高周波加熱コイル形状

各種加熱コイル形状

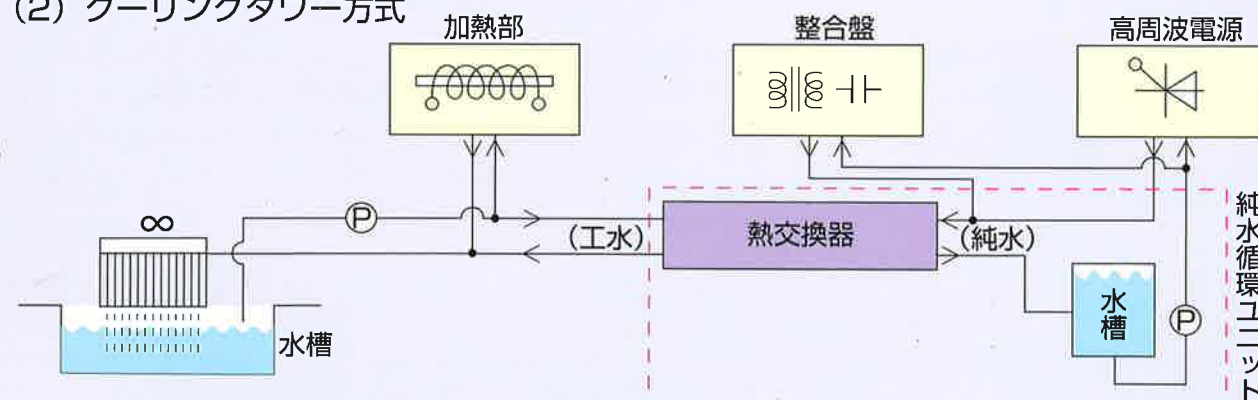


装置冷却水基本回路

(1) チラーユニット方式



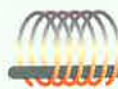
(2) クーリングタワー方式



冷却ユニット



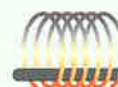
●高周波電源装置のLine Up



高周波電源装置のLine Up

各シリーズは豊富な製作実績とアプリケーションに基づき、ユーザー各位の満足いただけるものです。

<各シリーズの周波数対応範囲>

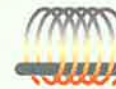


GIシリーズ電源装置／標準仕様

型 式	高周波出力	周波数(下記の1波)	所 要 電 源	容 量	冷 却 水 量	外形寸法 (W×D×H m/m)	概略重量
GI□-103	10kW	1～80kHz	3φ200V, 50/60Hz	13kVA	10～15 ℓ/min	700×570×1230	200kg
GI□-153	15kW			20kVA			300kg
GI□-203	20kW			26kVA	15～20 ℓ/min		
GI□-303	30kW			40kVA			
GI□-503	50kW			65kVA	700×720×1650		320kg
GI□-753	75kW		91kVA	30～40 ℓ/min			
GI□-104	100kW	1～30kHz	3φ400V, 50/60Hz	130kVA	50～60 ℓ/min	1500×750×1980	360kg
		～80kHz		140kVA			650kg
GI□-154	150kW	10～30kHz		195kVA	100～120 ℓ/min	2200×830×1980	750kg
GI□-204	200kW			260kVA			
GI□-304	300kW			390kVA	1200kg		
GI□-404	400kW			520kVA	1300kg		

上記の諸元はインバータ本体の数値です。

●高周波電源装置のLine Up



GRCシリーズ電源装置／標準仕様

型 式	高周波出力	周波数(下記の1波)	所 要 電 源	容 量	冷 却 水 量	外形寸法 (W×D×H m/m)	概略重量
GRC-104	100kW	1~9.9kHz	3φ400V, 50/60Hz	130kVA	25 l/min	900×950×1900	850kg
GRC-154	150kW			190kVA	40 l/min		950kg
GRC-204	200kW			250kVA	50 l/min		1000kg
GRC-304	300kW			400kVA	70 l/min	1200×1020×2000	1300kg
GRC-404	400kW	0.5, 1, 3kHz		520kVA	90 l/min	1400×1100×2250	1800kg

上記の諸元はインバータ本体の数値です。



GIE-203



GRC-154



GIE-503型

●高周波電源装置のLine Up

GTシリーズ電源装置／標準仕様

型 式	高周波出力	周波数(下記の1波)	所 要 電 源	容 量	冷 却 水 量	外形寸法(W×D×H m/m)	概略重量
GT□-252	2.5kW	100~400kHz	3φ200V, 50/60Hz	3.5kVA	3 ℓ/min	430×440×200	30kg
GT□-502	5kW			7kVA	6 ℓ/min		
GT□-103	10kW			13kVA	8 ℓ/min	430×650×262	50kg
GT□-203	20kW			26kVA	22 ℓ/min	570×630×1250	110kg
GT□-303	30kW			39kVA	35 ℓ/min	880×700×1575	450kg
GT□-503	50kW			65kVA	52 ℓ/min		700kg
GT□-104	100kW	35~200kHz	3φ400V, 50/60Hz	140kVA	70 ℓ/min	1200×900×2000	900kg
GT□-154	150kW			210kVA	90 ℓ/min	1400×990×2150	1000kg
GT□-204	200kW			280kVA	110 ℓ/min	1400×990×2150	1200kg
GT□-304	300kW			420kVA	150 ℓ/min	1550×1100×2300	1300kg

上記の諸元はインバータ本体の数値です。

GTシリーズ



GTH-502



GTH-103



GTH-203

●高周波電源装置のLine Up

GVシリーズ電源装置／標準仕様

型 式	高周波出力	周波数(下記の1波)	所要電源 (下記の1波)	容 量 () 内空冷式	冷却水量 () 内空冷式	外形寸法(W×D×H m/m)	概略重量 (主変圧器重量)
GV□-502	5kW	100～400kHz	3φ200V 50/60Hz	11kVA	3ℓ/min	700×900×1515	450kg
GV□-702	7kW			15kVA	4ℓ/min		470kg
GV□-103	10kW	70～400kHz		19(20)kVA	25(5) ℓ/min	900×1000×1710	650kg
GV□-153	15kW			28(29)kVA	25(6) ℓ/min		700kg
GV□-203	20kW	30～400kHz		38kVA	35ℓ/min	1100×1200×1775(70kHz以上) 1150×1250×1900(70kHz未満)	850kg
GV□-303	30kW			57kVA	55ℓ/min	1100×1200×1775(70kHz以上) 1150×1250×1900(70kHz未満)	920kg (410kg)
GV□-503	50kW			98kVA	80ℓ/min	1970×1320×1875(70kHz以上) 2200×1530×1875(70kHz未満)	1700kg (540kg)
GV□-803	80kW	30～200kHz	3φ400V 50/60Hz	155kVA	100ℓ/min	2310×1650×2100(100kHz以上)	2000kg(910kg)
GV□-104	100kW			195kVA	130ℓ/min	2500×1820×1950(100kHz未満)	2300kg(1200kg)
GV□-154	150kW			285kVA	220ℓ/min	3300×1250×2475(70kHz以上) 3300×2330×2475(70kHz未満)	3200kg (1260kg)
GV□-204	200kW			350kVA	250ℓ/min	3450×1310×2475(70kHz以上) 3450×2330×2475(70kHz未満)	3500kg (1600kg)
GV□-304	300kW			580kVA	400ℓ/min	4200×2000×3000	4200kg(2000kg)

電源装置補足説明
型式の□には周波数により分類される記号 (C, E, L, H) が入ります。
電源装置に必要な冷却水の圧力は装置入り口で0.25~0.35Mpです。
(背圧は0.05Mp以下)



安全に関するご注意

- ご使用の前に、「取扱説明書」をよくお読みのうえ正しくお使いください。
- このカタログに掲載の製品は産業用です。