



ISO 9001
JQA-1599

Pathfinder of RF Induction Heating, Hardening/ Tempering and Heat Treating

DKK meets further upgrading and diversifying needs
as a leading company of RF induction heating.



Consigned RF Hardening

Design and Manufacture of RF Applied Products

- RF Induction Heating Equipment
- RF Applied Equipment
- Vacuum Furnace

Denki Kogyo Co., Ltd. Radio Frequency Admin.

<http://www.hf.denkikogyo.co.jp>

Telephone: +81-46-285-1411

Telephone: +81-3-3216-9433 Sales Dep.

For Inquiries and Orders:

■ The following information is required at the time of inquiry or placing order.

1. Application (hardening, tempering etc.)
2. Source voltage and frequency.
3. Operating environment in the plant.
4. Information of work piece and heat-treatment requirement. (please provide drawings)

- Name, shape and dimension of work piece.
- Material and composition.
- Process done prior to heat treatment.
- Hardness before heat treatment.
- Heat-treating area.
- Hardness and depth.
- Allowable distortion before and after heat-treatment.

5. Cycle time and production volume.

* When there are various types to be treated, please specify the work piece type most suitable as a basis for calculation. (max. and min. sizes, max. volume of production of the most treated.)

ご照会・発注の方法

■ 高周波焼入・焼戻設備のご照会・ご発注の際は、お手数ながら次の事項をお知らせ下さい。

1. 用途(焼入・焼戻など)
2. 電源電圧・周波数
3. 設置場所環境
4. 対象部品および要求熱処理仕様
—— 図面で示して下さい ——

- 対象部品名・形状および寸法
- 材質および成分組織
- 前熱処理の有無および内容
- 素材硬度
- 熱処理部位
- 熱処理硬度および硬化層深さ
- 熱処理前後の変形量

5. サイクルタイムおよび処理量

※ 処理対象品が多数ある場合、出力算定基準となる対象品(サイズ的には最大の対象品、最小の対象品、生産量の多いもの)をご連絡下さい。

Notice

While every effort has been made to ensure the accuracy of the information contained within this publication, the use of the information is at the reader's risk and no warranty is implied or expressed by Denki Kogyo Co., Ltd. (DKK) with respect to the use of information contained herein. The information in this publication is subject to change or modification without notice. Please contact the DKK office for the latest information.

お客様へのご注意とお願い

● 本カタログに記載させた特性値等の技術情報は、規格値を除き何ら保証を意味するものではありません。● 本カタログに記載の製品は、使用目的・使用条件等によっては記載した内容と異なる性能・性質を示すことがあります。● 本カタログに記載の技術情報を誤って使用したこと等により発生した損害につきましては、責任を負いかねますのでご了承ください。

Pioneering the Future of
RF Telecommunications & Energy

Denki Kogyo Co., Ltd.

Head Office RF Sales Dep.

Shin Tokyo Bldg., 3-3-1 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005, Japan
TEL: +81-3-3216-9433~4 FAX: +81-3-3216-1669

Osaka sales office

2-30, Toyotsu-cho, Suita-shi, Osaka 564-0051, Japan
TEL: +81-6-6378-0162 FAX: +81-6-6378-0163

RF Administration ATSUGI PLANT

4052-1, Nakatsu, Aikawa-machi, Aiko-gun, Kanagawa 243-0303, Japan
TEL: +81-46-285-1411 FAX: +81-46-285-5302

<http://www.denkikogyo.co.jp/>

本社 高周波営業部

〒100-0005 東京都千代田区丸の内3-3-1 (新東京ビル)
TEL (03) 3216-9433~4 FAX (03) 3216-1669

大阪営業出張所 (電気興業大阪支店内)

〒564-0051 大阪府吹田市豊津町2-30
TEL (06) 6378-0162 FAX (06) 6378-0163

厚木工場 高周波統括部

〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津4052-1
TEL (046) 285-1411 (代表) FAX (046) 285-5302

*Unauthorized copy or reproduction is prohibited. Specifications may be changed without notice.

※本カタログの無断での複製および転載を禁じます。仕様、数値など予告なしに変更される場合があります。(2008年11月現在)

Printed Recycled Paper with Soy Ink 2008.12.2000 Printed in Japan

CATALOGUE No. RF003

Pursuing High Accuracy, Efficiency in Short-time Hardening

短時間焼入における精密・高精度・高効率を追求



INDUCTION HEATING

誘導加熱



Single shot hardening
シングルショット焼入

Denki Kogyo Co., Ltd.

Realized high-accuracy hardening with Short time heating, Short time quenching, and Water saving with high-pressured jet quenching.

短時間加熱による精密焼入、高圧噴射冷却による短時間冷却・冷却水量節減の実現。

Induction heating technologies are widely adopted because of its superior heating efficiency, high production rate and clean working environment.

Worldwide users have been adopting our production due to modernization of facilities from the conventional heavy oil furnace, gas furnace, electric furnace, carburizing furnace etc. to induction furnace and to meet with new applications.

Hereby in this brochure, we would like to introduce a part of our induction heating systems, which are highly reliable based on abundant technology, persistent research and development with pursuing short-time hardening for high accuracy.

誘導加熱技術は、加熱効率の良さ、高い信頼性、クリーンな作業環境の実現などの優れた特質から、広く産業界で利用されています。

従来の重油炉、ガス炉、電気炉、浸炭焼入炉などからインダクションへの転換、並びに、新たな応用用途の開発により、当社の製品は世界のマーケットで採用されています。

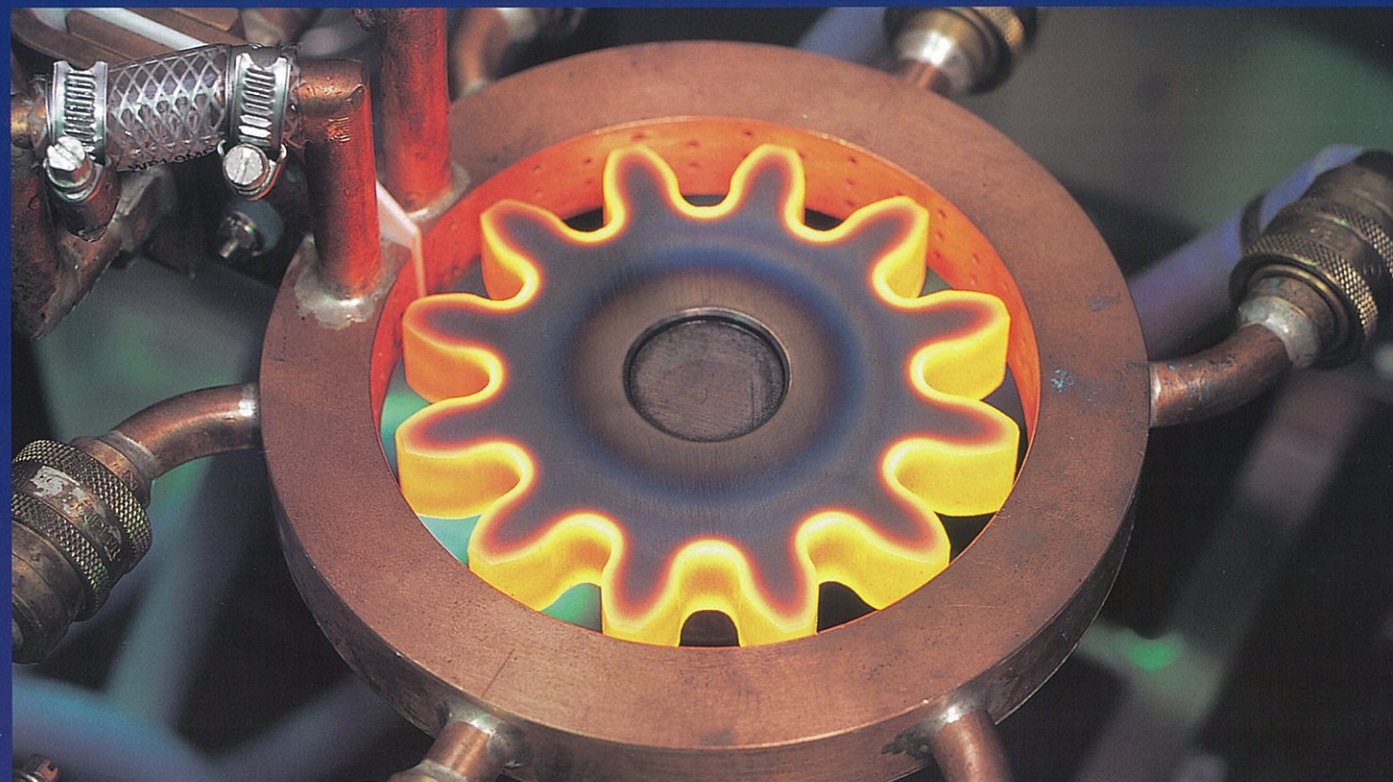
ここに、短時間焼入を追求し、精密・高精度、高効率を図る当社の豊富な加熱ノウハウ・経験と、先進の手法に基づく、たゆまぬ研究開発の成果を元にした信頼性の高い誘導加熱システムの一部をご紹介します。

Purposes of Induction Heating Equipment

- Hardening, Tempering, Annealing
- Heating for Steel sheet, Slab, Wire rods
- Billet heater, Bar heater
- Melting
- Pipe Welding
- Pipe and H steel bender
- Brazing, Soldering
- Various Heating other than those above

誘導加熱設備の用途

- 焼入、焼戻、焼鈍
- 鋼板、スラブ加熱
- ビレットヒーター/バーヒーター
- 溶解
- パイプ溶接
- パイプ、型鋼曲げ加熱
- ロー付、半田付
- その他加熱



Dual Frequency Combined Sprocket Hardening 2周波合成スプロケット焼入

What Is Induction Heating

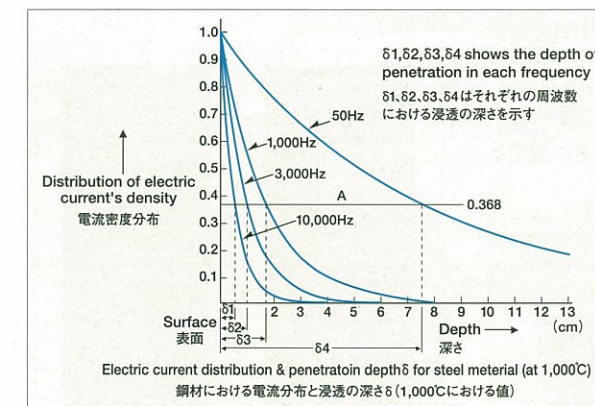
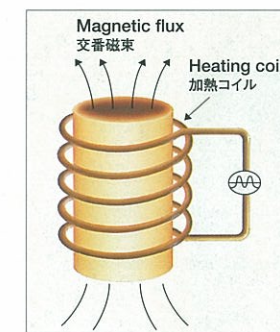
誘導加熱とは

Principle of induction hardening

- When AC flows through a heating coil, induced current, which flows opposite direction from coil current, flows through the electric conductor which is placed near the coil by electromagnetic effect. The induced current, which is called eddy current, flows near the surface of a conductor and generates heat quickly by Joule's heat in the conductor.
- In a magnetic material such as steel, there is another heat generation called hysteresis loss, but normally it is negligible. This heat generation is caused by vibration and friction of molecules under alternating magnetic flux, but decreases in higher frequency and temperature above Curie point.
- Radio frequency is used for heat-treating and higher frequency makes more concentration of induced current at the surface by skin effect. Shorter gap between coil and conductor makes induced current and coil current attract each other stronger to the surface by proximity effect.
- Hardening is to make very hard microstructure called martensite in steel material. This is realized by heating work piece on the surface up to approximately, 1,000 degree centigrade then cooling down with quenching water just after the heating. The depth of hardening layer is normally determined by frequency. Higher frequency gets thinner layer and lower frequency gets thicker layer.

誘導加熱の原理

- コイルに交流電流が流れると、コイル近傍に置かれた導体には電磁誘導作用によってコイル電流と逆方向の誘導電流が流れます。誘導電流は渦電流と呼ばれ、導体の表面近傍に流れてジュール熱により導体を急速に加熱します。
- 鋼材等の磁性材料の場合にはヒステリシス損と呼ばれる別の発熱もあります。これは交番磁束による分子の振動と摩擦によって発熱するものですが、周波数が高いほど少なくなり、またキュリー温度以上ではゼロになるため通常は無視できる程度です。
- 熱処理には高周波を使用しますが、周波数が高いほど表皮作用で表面層に電流が集中します。またコイルと導体との距離が近い部位ほど、誘導電流とコイル電流は近接効果により吸引現象が発生します。表面処理は主として渦電流による発熱を利用します。
- 焼入れとは、鋼材の表面層を約1,000℃まで加熱し、直後に焼入水で急冷してマルテンサイトと呼ばれる硬い金属組織をつくることです。表面焼入れの硬化層深さは主として周波数で決まり、高い周波数では浅くなり、低い周波数では深くなります。



Feature of DKK's Hardening Equipment 弊社の焼入設備の特長

We have applied our induction heat-treating and computer simulation technology, which we have in our consigned heat-treating plant for mass production, to design and manufacture RF hardening equipment.

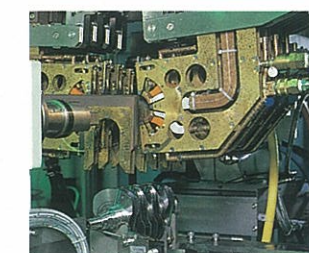
量産加工工場の高周波焼入加工技術およびコンピュータシミュレーション技術を高周波焼入設備の設計・製造に応用しています。

Our Latest Technique of Crankshaft Hardening 弊社最新のクランクシャフト焼入技術

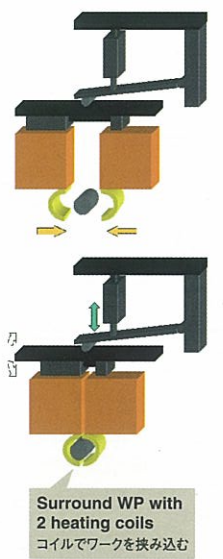
Latest hardening method by twin heating coil →PATPEND

最新のツウインタイプ加熱コイル焼入方式 →特許申請中

- Two heating coils pose face to face and surround a work piece, then heat and cool pin and journal of crankshaft.
- Short heating time; less than 4 sec.
- Precise hardening by compensation with symmetrical two coils.
- コイルを対向に配置し、ワークを挟み込み2個のコイルでクランクシャフトピン部およびジャーナル部の加熱・冷却を行います。
- 4秒以内の短時間加熱を実現しました。
- 左・右の加熱コイルの異形状相互補償による精密焼入が可能です。



Hardening method by twin heating coil ツウインタイプ加熱コイル部



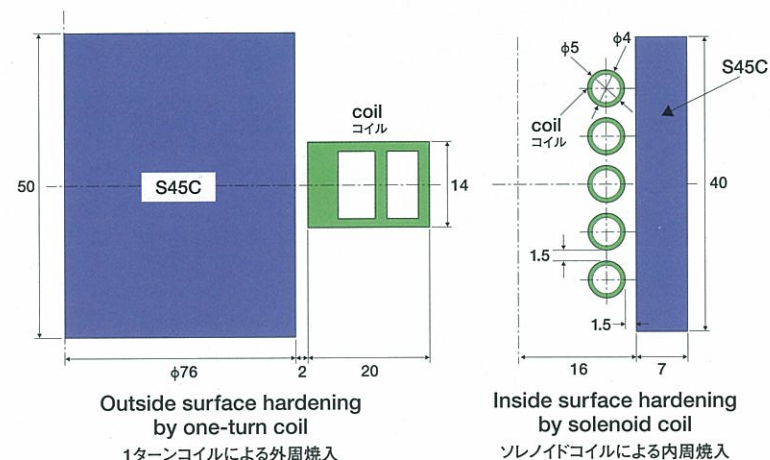
DKK utilizes heat treating simulation to upgrade our quality and technique.

弊社では品質・技術の向上に熱処理シミュレーションを活用しています。

Frequency, heating power, air & water cooling time for hardening condition are freely adjustable in two dimensional axial symmetry.

2次元軸対称では、焼入条件となる周波数、加熱電力、空冷時間、水冷時間の各種パラメータを自由に設定することが可能です。

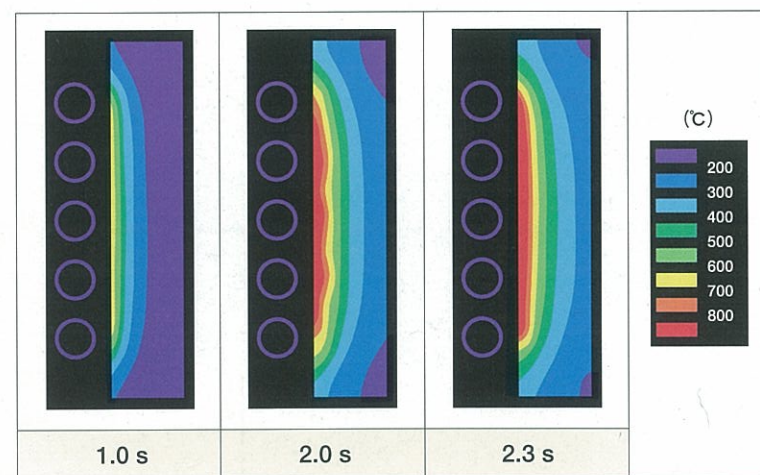
Examples for analysis models are shown below. 解析モデルの例を右記に示します。



Photos below show the transition of temperature pattern inside the work piece at each heating time. Necessary heating time in the hardening layer can be estimated with this data.

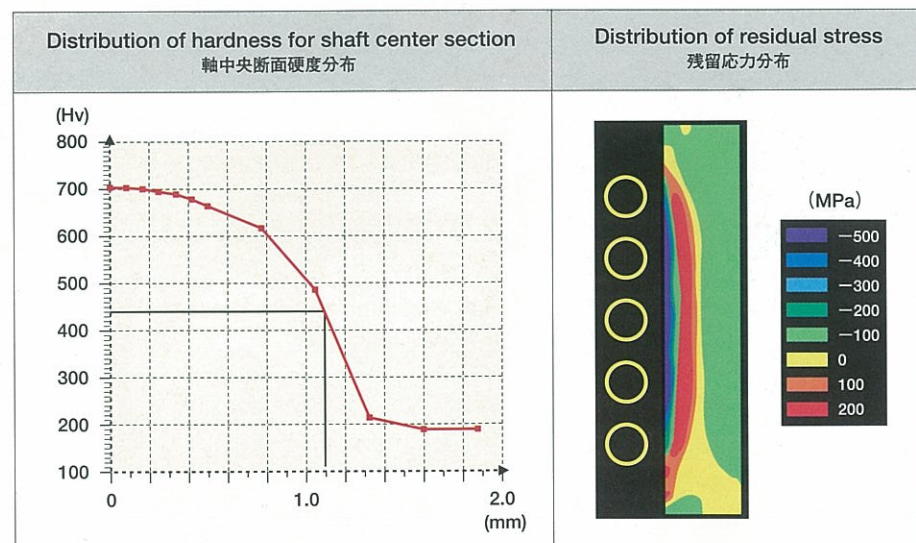
右図はワークの温度分布を加熱時間とともに視覚的に表したもので、これにより目的とする硬化層深さに達する加熱時間を予測できます。

Heating condition 加熱条件	
Freq. 周波数	200kHz
Power コイル投入電力	45kW
Heating Time 加熱時間	2.3sec



Effective hardened depth and residual stress are calculated based upon the results of temperature calculation.

温度計算結果に基づき有効硬化層深さおよび残留応力分布を計算します。



Application of FEM to Three Dimensional Analysis

Coupled analysis of electromagnetic field, thermal field and elastic/plastic stress/strain field using FEM can be applied to three dimensional analysis.

In which tetrahedron element is used for making element segmentation pattern. This analysis is also applicable to multi-frequency heating calculation by setting condition.

Analyzed result of dual frequency induction hardening is shown below. A gear is heated as a work piece by one turn coil. Heating condition and related data are shown below.

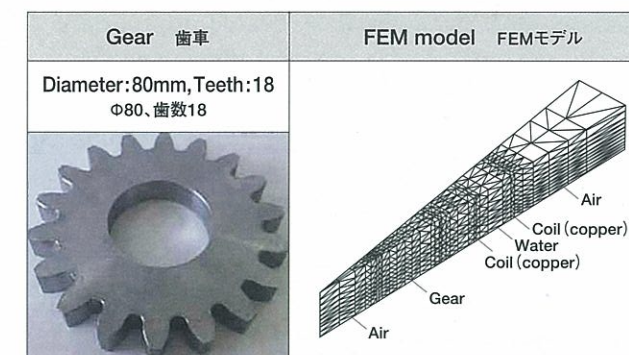
FEMの3次元解析への応用

FEMによる電磁界、熱伝導、弾塑性応力の連成解析を3次元に応用し、計算することができます。

3次元解析では4面体要素を用いて、要素分割パターンを作成します。複数の周波数を用いた加熱計算も、条件設定して計算することができます。例として歯車の2周波加熱についての解析結果を示します。

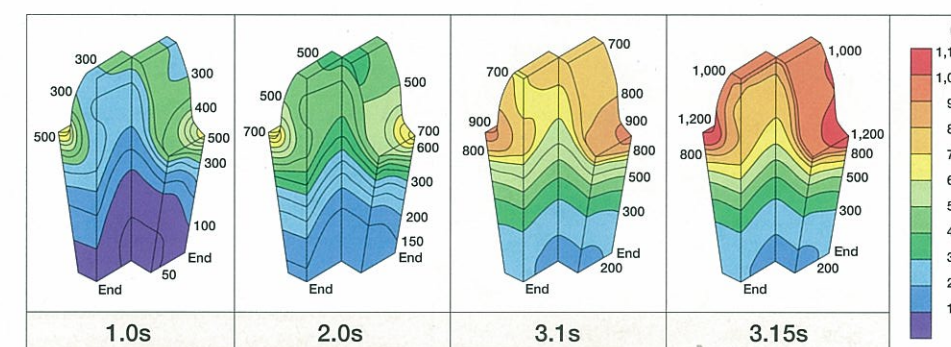
ワークの歯車をワンターンコイルで加熱します。加熱条件、歯車の写真とデータ、FEMモデルを下記に示します。

Heating condition 加熱条件	Pre-heat 予熱		Final-heat 本加熱	
	Freq. (kHz) 周波数	3	200	
Power (kW) 加熱電力	50	200		
Heating Time (sec) 加熱時間	3.10	0.05		



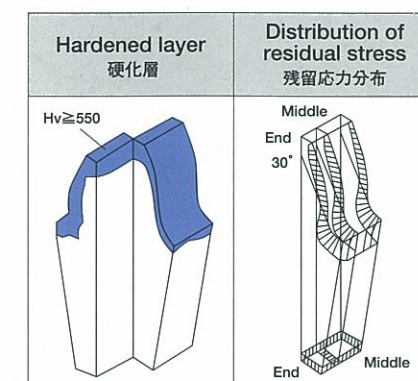
The transition of temperature pattern in the work piece with heating time is shown below. The temperature patterns of just after pre-heating and final heating are shown.

ワーク断面の温度分布の変化を、加熱時間とともに表したデータを右図に示します。予熱直後や、本加熱終了後の温度分布を見ることができます。



Analyzed data of hardened pattern and stress distribution based upon thermal calculation.

温度計算結果に基づき硬化層パターン、残留応力分布を計算します。



We are aiming for the analysis of dual frequency combined heating, which is our newly developed technology, to advance to further application of conventional dual frequency heating.

2周波加熱のさらなる応用として、当社の新技術である2周波合成加熱システムの計算解析も目指しています。

We are under investigation of finding best heat-treating condition by calculating residual stress and distortion through computer simulation.

弊社ではコンピュータシミュレーションを通して、熱処理により生じる残留応力・歪み等を予測し、最適な熱処理条件を選出できる研究・開発を行っております。

* 2次元軸対称問題では日本イーエスアイ(株)の解析ソフトSYSWELDを用いて解析を行っています。また3次元解析では、鳥取大学と共同研究を行っており、高周波焼入れによる高強度部品の開発を目指しています。

Dual Frequency Combined Heating System 2周波合成加熱システム

In this system, each power of dual frequencies are combined together and fed to a work piece through a common coil.

We have developed this patpend technology based upon accumulated experience in many decades especially of RF power electronics and heat-treating technology. The function of this technology is applicable to every mechanical part such as automobile, machine tool, construction machine and so on.

- Changing power ratio of dual frequencies has almost the same effect as changing frequencies.
- Each kind of uneven shaped metal parts such as gear, steering rack, ball screw and so on are heat-treated appropriately with frequency and power fitted it's material, shape and use.

Our dual frequency combined hardening facility consists of transistor inverter type two generators for each high or low frequency. The high frequency generator realized max. 500kW/output and max. 400kHz/frequency with 0.05sec Hyper Speed Ramp Time.

We will comply to customers, various needs from trial heat-treating through machine design and production under thoroughgoing quality control.

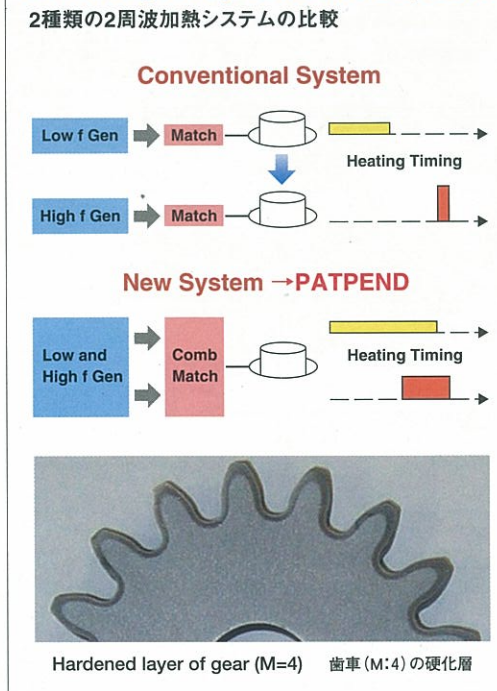
高、低二つの周波数を合成し、ひとつの加熱コイルで加熱する2周波合成加熱システム(特許申請中)は、高周波パワーエレクトロニクスと熱処理技術から生まれた最新鋭システムです。

その機能は、自動車・工作機械・建設機械分野等のテクノロジーに対応し、多彩な能力を発揮します。

- 2周波の電力比率を変えることで、周波数を変えることとほぼ等しい効果が得られます。
- 各種金属ギア、ステアリングラック、ボールネジなど、さまざまな異形状部品に対して、その材質・形状・用途に適合した周波数、電力で的確に焼入・焼戻処理を行います。

弊社2周波合成焼入設備は、高周波発振機および低周波発振機ともトランジスタインバータで構成され、高周波発振機は焼入用としては最大出力500kW、最高周波数400kHz、立上り速度0.05secを実現するハイスピード(High Speed Ramp Time)型発振機です。弊社では加工物の焼入試作から装置の設計製作まで、徹底した品質管理体制のもとでお客様の多様なニーズにお応えしています。

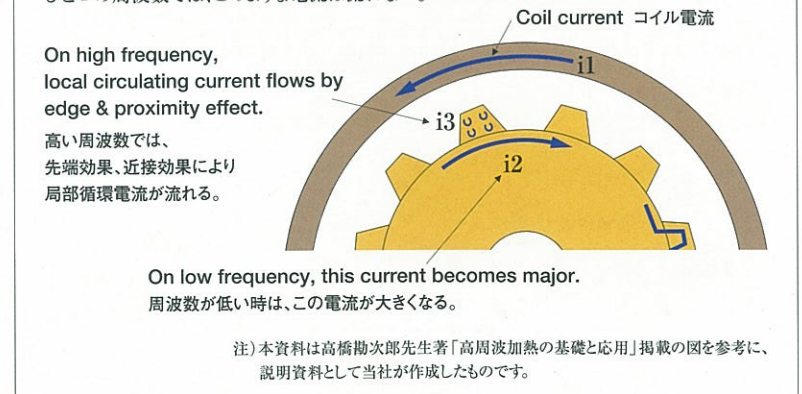
1 Comparison for two kinds of dual frequency combined system 2種類の2周波加熱システムの比較



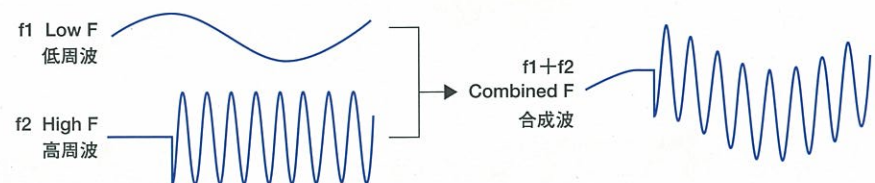
2 Gear Hardening with Dual Frequency Combined Heat-treating System 2周波合成加熱システムによる歯車の加熱

In case of low frequency heating, the direction of electric current induced from coil is just like i2, and mainly heated at the bottom. In case of high frequency heating, the direction of electric current induced from coil is just like i3, and mainly heated at the edge. The current does not flow like this by single frequency.

低周波での加熱では、コイルから誘導される電流がi2のように流れ、主に歯底が加熱される。高周波での加熱では、コイルから誘導される電流がi3のように流れ、主に刃先が加熱される。ひとつの周波数では、このような電流は流れない。



3 Waveform charts for dual frequency combined heating system 2周波合成加熱システムの波形



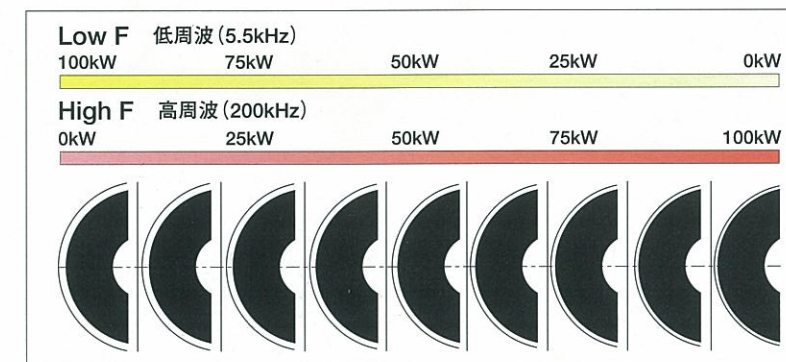
Hardening Depth Control System 焼入深さ調整システム

This is an epoch-making hardening case depth adjusting system that has same effect as each frequency can be generated linearly. →PATPEND

本システムは高周波発振機の各周波をリニアに取り出せることと同じ効果をもった画期的な焼入深さ調整システムです。→特許申請中

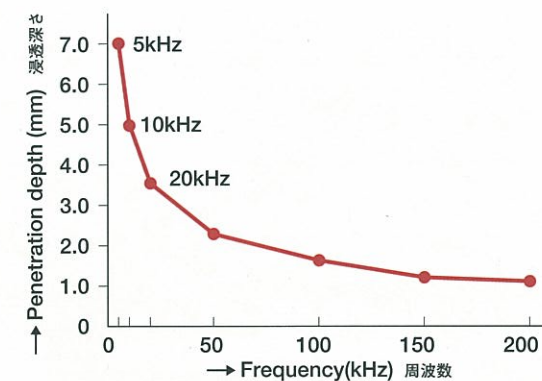
1) Test data for hardening depth control by dual frequency combined heating

2周波合成加熱による焼入れ深さ制御テストデータ
φ76mm shaft hardening Circumferential hardening patterns (material : S45C)
φ76mmシャフト焼入 円周方向焼入パターン(材質:S45C)



Hardened depth for Dual Frequency Combined Heat-treating Drive shaft
2周波合成ドライブシャフト焼入硬化層

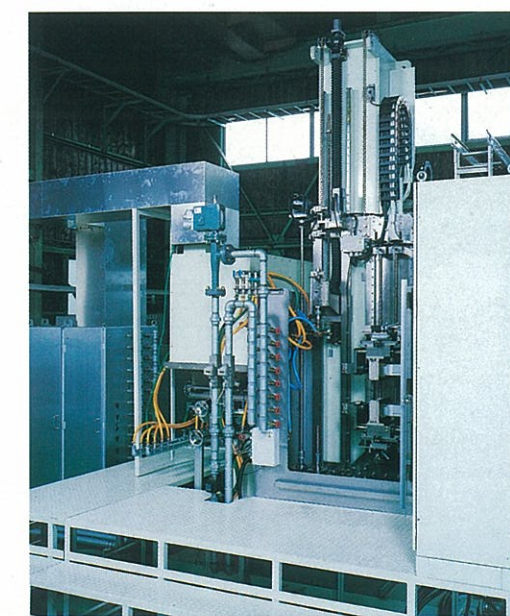
2) Relation between frequency and hardening depth 周波数と焼入深さの関係(単一周波数の場合)



Frequency 周波数 (kHz)	Penetration depth 浸透深さ (mm)	Valid depth of hardening layer 有効硬化層の深さ (mm)												
		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
10	5.0													
20	3.6													
50	2.3													
100	1.5													
200	1.1													

Effective area 良好な範囲 Possible area 可能な範囲

3) Dual Frequency Combined Hardening Equipment 2周波合成焼入設備



Test machine 弊社テスト機

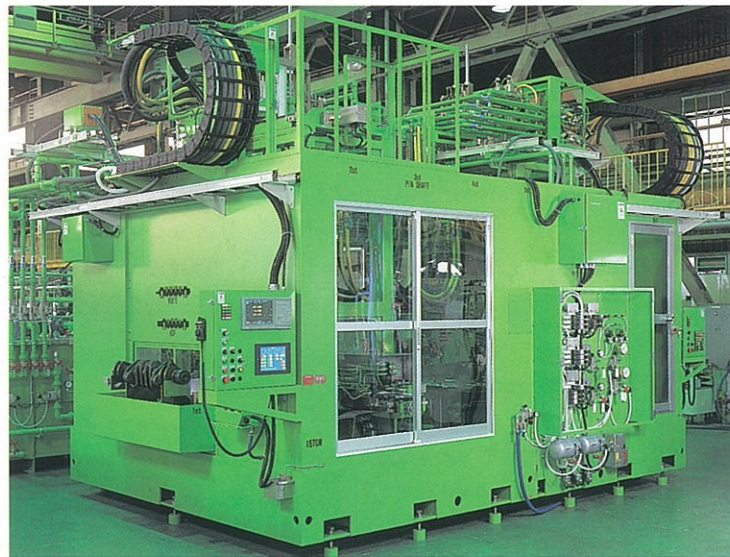
Applicable to all the hardening case depth of the frequencies between 3kHz to 400kHz.

- 1) TG3-200/400-500 type generator : 1set
Transistor inverter type 500kW, 200kHz/400kHz generator has 0.05sec ramp time and is capable of less than 0.5sec short time heating.
- 2) PTG-3/10/50-400 type generator : 1set
Transistor inverter type 400kW, 3kHz/10kHz/50kHz 3 frequencies automatic switchable generator.
- 3) DMH-1200S type hardening machine : 1set (with distortion regulator)
- 4) High pressure jet hardening machine : 1set

3kHzより400kHz迄の周波数全ての焼入硬化深さに対応可能

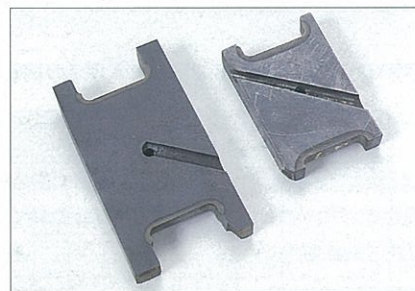
- 1) TG3-200/400-500型発振機: 1台
トランジスタインバータタイプ500kW、200kHz/400kHz発振機において、0.05secの立ち上がりで、0.5sec以下の短時間加熱が可能になります。
- 2) PTG-3/10/50-400型発振機: 1台
トランジスタインバータタイプ3kHz/10kHz/50kHzの切替ができます。
- 3) DMH-1200S型焼入機: 1台(歪抑えローラー付)
- 4) 高圧噴射焼入装置: 1式

CRANKSHAFT Induction Hardening & Tempering Equipment クランクシャフト焼入設備 (Fillet R Hardening)



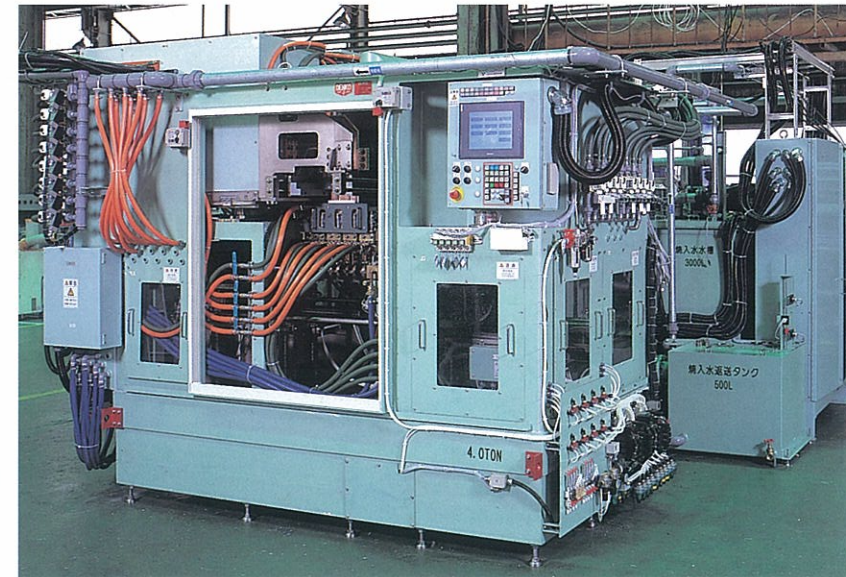
[Specification]
 Machine name : L6 Crankshaft Hardening Equipment (Fillet R Hardening)
 Generator type : PTG-10/30-250
 Output : 250kW Frequency : 10/30kHz (Switchable)
 Machine type : Horizontal type IIST full automatic hardening system
 Length of Crankshaft : 1,100mm
 Cycle time : 308sec/pc
 [Features]
 6 axes CNC is used for machine control and bending distortion control. The bending distortion caused by hardening is detected at center journal and controlled to minimize final distortion.

名称 : 直6クランクシャフト焼入設備(フィレット R 焼入)
 発振機型式 : PTG-10/30-250
 出力 : 250kW 周波数 : 10/30kHz (2波共用切替)
 焼入機型式 : 横型 II ステーション式全自動焼入方式
 クランクシャフト長さ : 1,100mm
 サイクルタイム : 308sec/pc
 【特長】
 6軸NC制御焼入機となっており、センタージャーナルの焼入の曲がりを検出、フィードバックし、焼入後の曲りを最小にします。



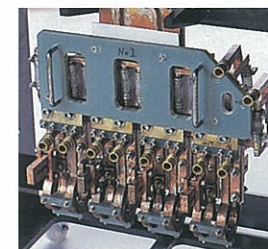
Hardened layer for Crankshaft クランクシャフト焼入硬化層

CAMSHAFT Induction Hardening & Tempering Equipment カムシャフト焼入焼戻設備

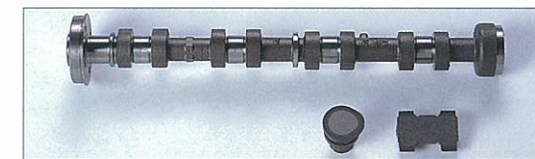


[Specification]
 Machine name : Camshaft Hardening Equipment
 Generator type : PTG-4-400
 Output : 400kW Frequency : 4kHz IIST type
 Machine type : Horizontal type 2ST hardening
 Cycle time : 27sec/pc
 [Features]
 All cams are heat-treated at the same time and matching adjustment for each coil can be done easily.

名称 : 全自動カムシャフト高周波焼入焼戻設備
 発振機型式 : PTG-4-400 II
 出力 : 400kW 周波数 : 4kHz II ステージ切替式
 焼入機型式 : 横型 II ステーション式一発焼入方式
 サイクルタイム : 27sec/pc
 【特長】
 カム部全ヶ所を同時に加熱・冷却する方法で、各加熱コイルの整合調整が簡単にできる機構を採用しています。
 特許第3676215号



Heating coil for Camshaft
カムシャフト加熱コイル



Hardened layer for Camshaft カム焼入硬化層



Camshaft single-shot
NC hardening
カムシャフト移動一発焼入



Hardened layers of
various camshaft
各種カムシャフト焼入硬化層



Hardened layer for Camshaft カム焼入硬化層

CVJ Hardening Equipment (Bar Shaft) CVJ焼入設備 (バーシャフト)



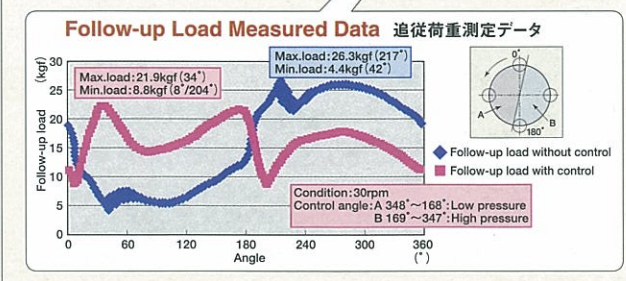
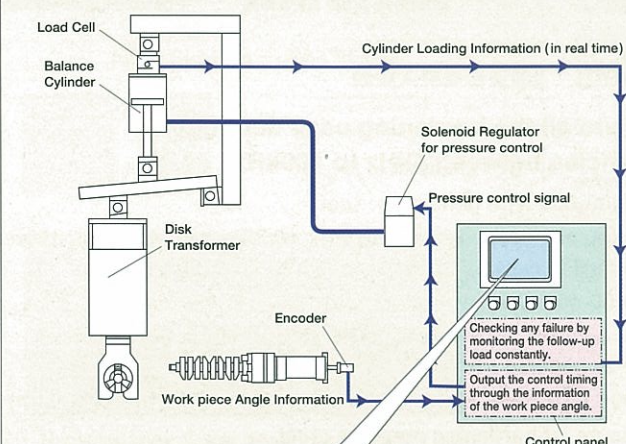
[Specification]
 Machine name : Bar-shaft Induction Hardening Equipment
 Generator type : PTG-4/8-350S II
 Output : 350kW Frequency : 4/8kHz (Switchable) IIST type
 Machine type : Vertical type 2 axes 1,000S type
 Cycle time : 100sec/4pcs
 [Features]
 CNC controlled 2 coils and 2 axes that have maximum 1,000mm stroke are equipped. Using a coil of key hole shape, bar shaft that has different diameter in axial position is hardened changing coil position in X, Y, Z direction to fit the coil diameter with that of bar shaft.

名称 : BAR SHAFT高周波焼入設備
 発振機型式 : PTG-4/8-350S II
 出力 : 350kW 周波数 : 4/8kHz (2波共用切替) II ステージ切替式
 焼入機型式 : 堅型2軸1,000S式×2台
 サイクルタイム : 100sec/4pcs
 【特長】
 加熱コイルはCNCにて制御することにより、X、Y、Z方向を任意に位置制御可能な焼入機です。
 2軸対応でストローク : MAX 1,000mmとなります。

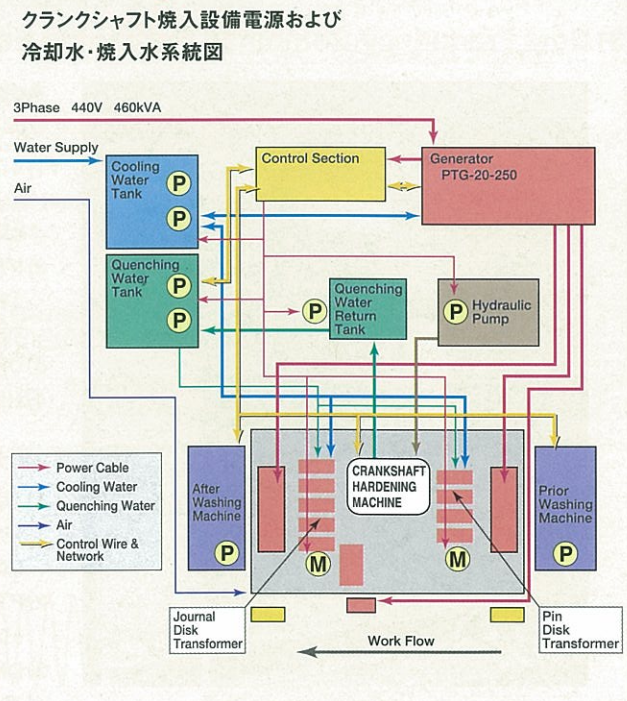


Hardened layer for Bar shaft バーシャフト焼入硬化層

Follow-up Load Control Measuring System →PATPEND クランクシャフト焼入用追従荷重測定システム →特許申請中

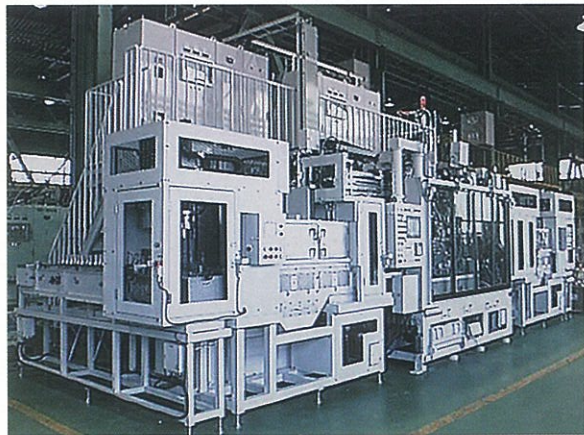


Schematic Diagram for Power source and Cooling, Quenching Water クランクシャフト焼入設備電源および冷却水・焼入水系統図



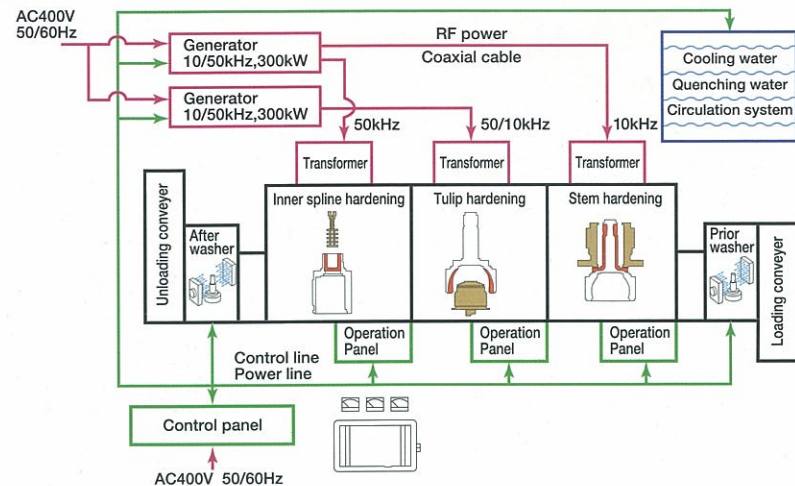
CVJ Induction Hardening Equipment

CVJ焼入焼戻設備 (TJ・BJ)



Outline of CVJ Hardening Equipment

CVJ高周波焼入設備システム概要



CNC4軸制御全自動TJ、BJ共用焼入システム

名称：CVJ自動焼入設備
 発振機型式：PTG-10/50-300
 出力：300kW
 周波数：10/50kHz(2波共用切替) II ステージ切替式
 焼入機型式：横型全自動焼入方式
 サイクルタイム：17sec/pc

【特長】

TJ, BJの軸部・マウス部および軸内径スプラインを全自動で焼入できるCNC焼入機です。サイクルタイム17sec/pcを実現します。



Hardened layer for TJ TJ焼入硬化層

【Specification】

CNC 4 axes control system Full-automatic TJ, BJ common hardening system

Machine name : CVJ Automatic Hardening Equipment

Generator type : PTG-10/50-300

Output : 300kW

Frequency : 10/50kHz (Switchable) II ST type

Machine type : Horizontal type full automatic hardening system

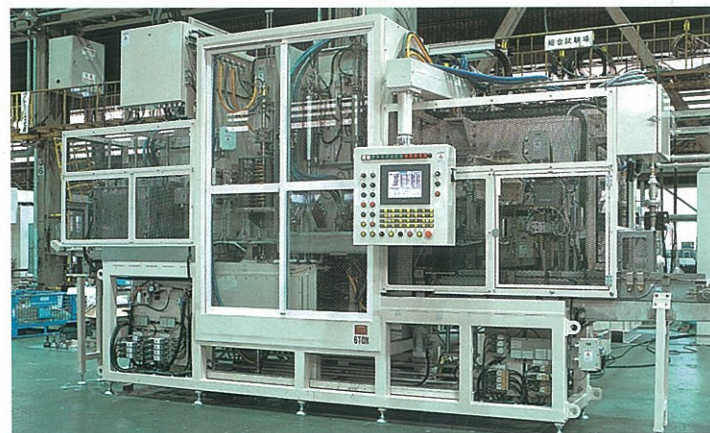
Cycle time : 17sec/pc

【Features】

This CNC machine is capable of hardening TJ, BJ stem and mouth and internal spline of stem with full automatic operation and the cycle time is 17sec/pc.

CVJ Induction Hardening Equipment

CVJ焼入焼戻設備 (BJ)



Hardened layer for BJ Outer-race
 BJアウターレース焼入硬化層

New Development Spiral type single-shot heating inductor for spindle

→PATPEND

新開発【軸用スパイラル式シングルショット加熱コイル】

→特許申請中



Stem heating time is reduced to less than one half of conventional type.

軸部は従来と比べ1/2以下に加熱時間を短縮しました。

【Specification】

Machine name : Outer-race Induction Hardening & Tempering Equipment

Generator type : Hardening ; PTG-9.9-250T

Output : 250kW Frequency : 9.9kHz

Tempering ; PTG-3-50

Output : 50kW Frequency : 3kHz

Machine type : Full automatic hardening & tempering system

Cycle time : 15sec/pc

【Features】

Cycle time and space are reduced as BJ stem and mouth are hardened at the same station. Two generators are integrated in one frame and power line is shared with both generators, so these are advantageous for space and installation works.

名称：BJアウターレース高周波焼入焼戻設備

発振機型式：焼入用 PTG-9.9-250T型

出力：250kW 周波数：9.9kHz

焼戻用 PTG-3-50型

出力：50kW 周波数：3kHz

焼入機型式：全自動焼入焼戻方式

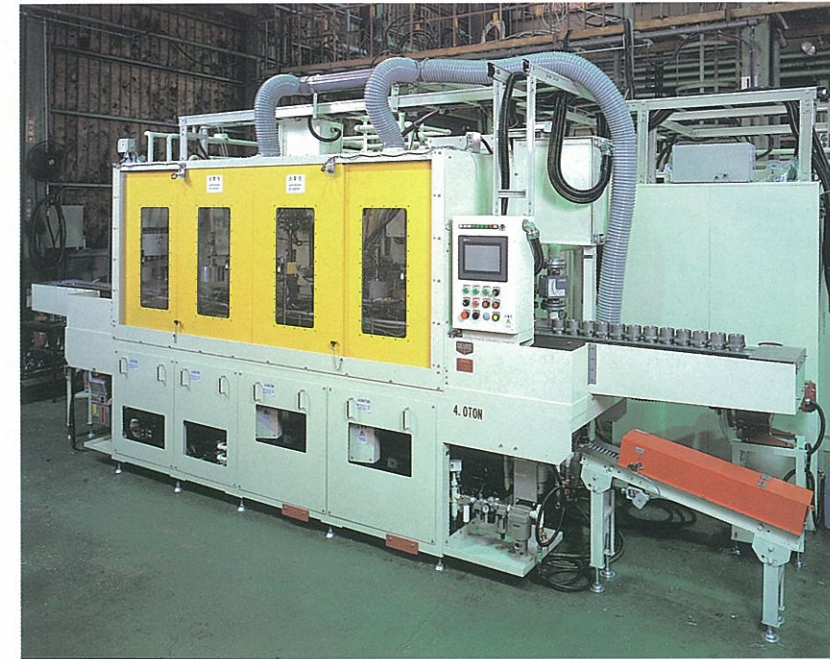
サイクルタイム：15sec/pc

【特長】

BJ軸部およびマウス部を同一ステーションにて同時に焼入でき、サイクルタイムの短縮とスペース縮小を計ります。また、焼入用発振機は2台の発振機を受電部を共用し、3φ 440V 1系統の受電で電源工事の簡略化、発振機の小型化を実現しています。

HUB Unit Hardening & Tempering Equipment

HUB焼入焼戻設備



Hardened layer for Hub Unit Outer ring
 HUB UNIT 外輪 焼入硬化層



Hardened layer for Hub Unit Outer ring/Spindle
 HUB UNIT 外輪及びスピンドル 焼入硬化層

【Specification】

Full automatic outer ring/spindle hardening system

Machine name :

Hub Unit Outer ring/Spindle Induction Hardening & Tempering Equipment

Generator type :

Outer ring/spindle hardening ; PTG-10/30-200

Output : 200kW Frequency : 10/30kHz (Switchable)

Outer ring/spindle tempering ; PTG-3-50

Output : 50kW Frequency : 3kHz

Machine type :

Horizontal type full automatic hardening & tempering system

Cycle time : 24sec/pc

【Features】

One piece tempering is realized with induction. This is designed for in-line type hardening & tempering machine.

全自動外輪・スピンドルCNC制御焼入システム

名称：ハブユニット外輪・スピンドル高周波焼入焼戻設備

発振機型式：外輪・スピンドル焼入用 PTG-10/30-200

出力：200kW 周波数：10/30kHz(2波共用切替)

外輪・スピンドル焼戻用 PTG-3-50

出力：50kW 周波数：3kHz

焼入機型式：横型全自動焼入焼戻方式

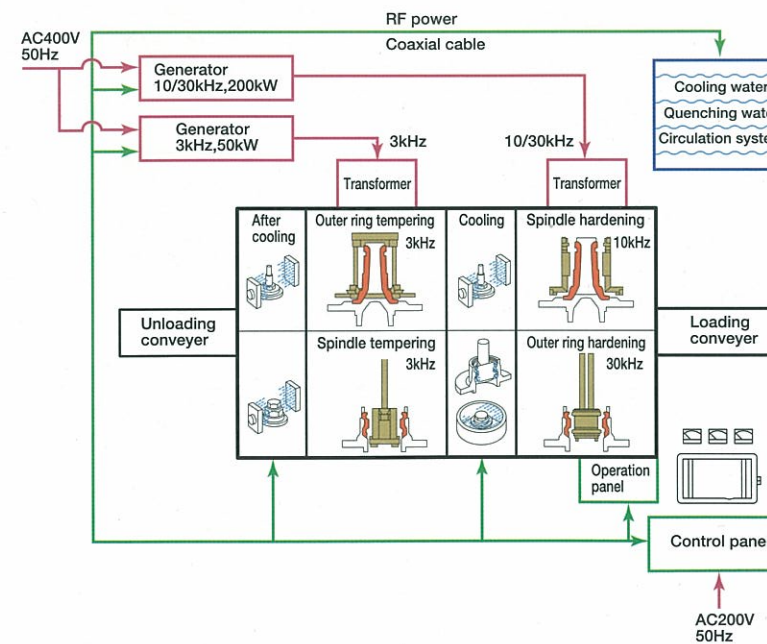
サイクルタイム：24sec/pc

【特長】

焼入焼戻をインライン化した設備で、焼戻は高周波(中周波)にて1個処理が可能です。構成は下図を参照ください。

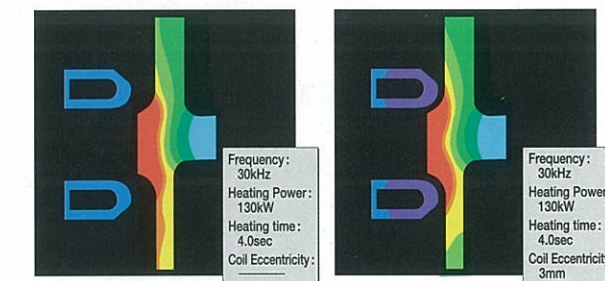
Outline of HUB Unit Hardening & Tempering Equipment

HUB高周波焼入焼戻設備 システム概要



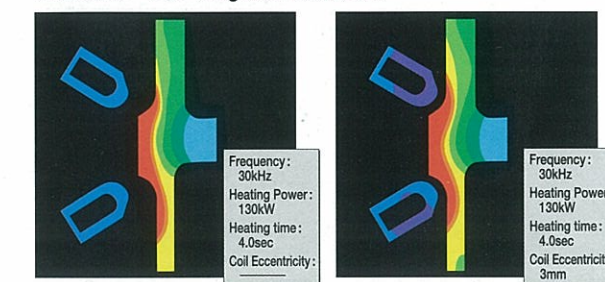
Heating Simulation (Parallel coil without magnetizer)

加熱シミュレーション (Parallel coil 磁性体なし)



Heating Simulation (Angle coil without magnetizer)

加熱シミュレーション (Angle coil 磁性体なし)

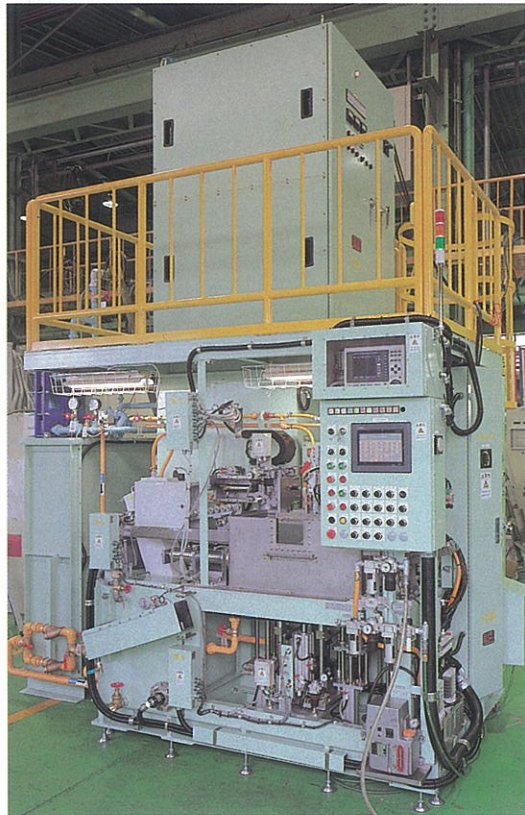


Heating coil → PATPEND 加熱コイル → 特許申請中

Transmission Parts Hardening & Tempering Equipment

ミッション焼入焼戻設備

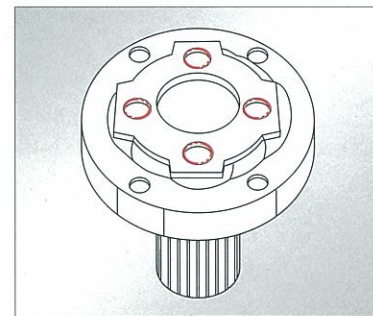
● Main Carrier MHz Induction Hardening Equipment メインキャリア超高周波焼入設備



[Specification]
Machine name : Main Carrier MHz Induction Hardening Equipment
Generator type : SP-50
Output : 50kW **Frequency :** 2.5MHz
Hardening machine type : Automatic hardening system
Cycle time : 24sec/pc
[Features]
 Very short time (0.2sec) and very high frequency (2.5MHz) heating realizes very shallow hardening depth (0.1~0.3mm) inside the small hole.

→PATPEND

名称: メインキャリア超高周波焼入設備
 発振機型式: SP-50
 出力: 50kW 周波数: 2.5MHz
 焼入機型式: 全自動焼入方式
 サイクルタイム: 24sec/pc
【特長】
 短時間加熱(0.2sec)と超高周波帯(2.5MHz)を使用することにより、小径穴部の極薄の焼入深さ(0.1~0.3mm)を可能にしました。
 →特許申請中



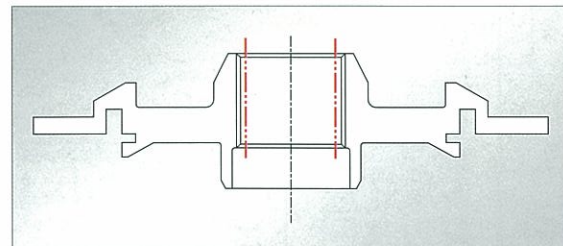
Graphic for Main Carrier
メインキャリア図

● Hub Turbine Runner Hardening & Tempering Equipment ハブタービンランナ焼入焼戻設備



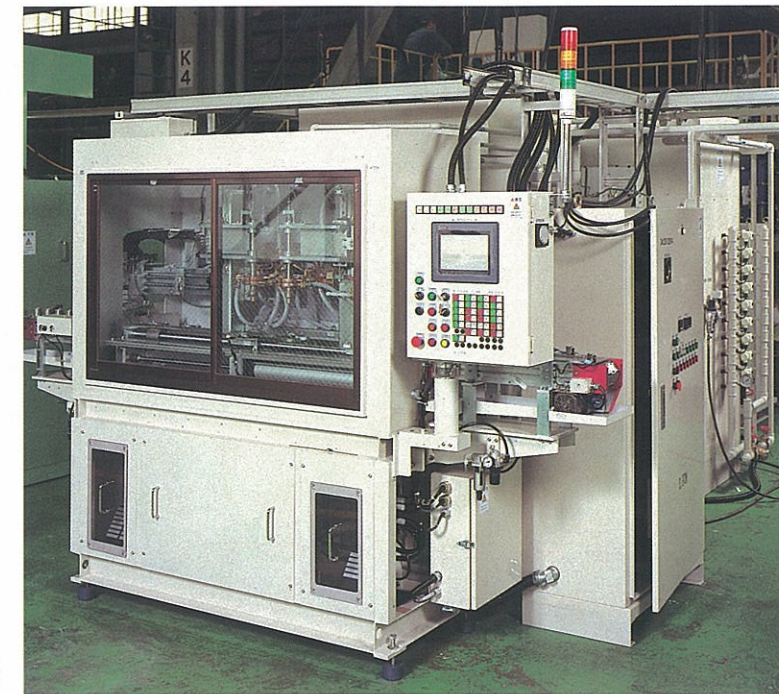
[Specification]
Machine name : Hub Turbine Runner Hardening & Tempering Equipment
Generator type : TG-200-50
Output : 50kW **Frequency :** 200kHz
Machine type : Automatic hardening & tempering system
 Work loading/unloading; manual
 Hardening/Tempering; automatic
Cycle time : 16sec/2pcs
[Features]
 Production efficiency is high because simultaneous heat treating by a generator in each 2 stage is capable. Turntable system brings space saving.

名称: ハブタービンランナ焼入焼戻設備
 発振機型式: TG-200-50
 出力: 50kW 周波数: 200kHz
 焼入機型式: 自動焼入焼戻方式
 ワーク脱着: 手動
 焼入・焼戻: 自動
 サイクルタイム: 16sec/2pcs
【特長】
 IIステージ各々に発振機1台を設け、同時焼入焼戻が可能になるため、生産効率がUPします。ターンテーブル式により、設備スペースの効率化が計れます。



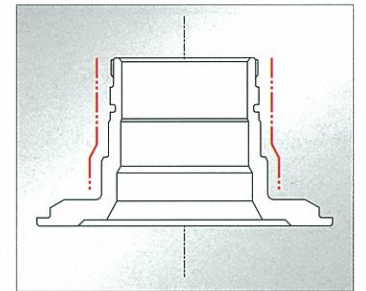
Graphic for Hub Turbine Runner
ハブタービン図

● Pump Hub Hardening & Tempering Equipment ポンプハブ高周波焼入焼戻設備



[Specification]
Machine name : Pump Hub Hardening & Tempering Equipment
Generator type : TG2-200-75 II
Output : 75kW **Frequency :** 200kHz II ST type
Machine type : Full automatic hardening system
Cycle time : 24sec/2pcs in case hardening only : 18sec/2pcs
[Features]
 Hardening and tempering are done in series automatically at each station. All the process from work piece loading to unloading including hardening and tempering stations are done automatically.
 Work piece thickness is very thin, so reverse side is cooled during heating to avoid through hardening.

名称: TCポンプハブ焼入焼戻設備
 発振機型式: TG2-200-75 II
 出力: 75kW 周波数: 200kHz II ステージ切替式
 焼入機型式: 横型全自動焼入方式
 サイクルタイム: 24sec/2pcs 焼入のみ実施時: 18sec/2pcs
【特長】
 ワーク投入から焼入れ、焼戻しの各ステーションを経由し排出に至るまでの全自動設備です。
 ワークが肉薄のため、内面からも冷却し、歪みの調整を行っています。



Graphic for Pump Hub
ポンプハブ図

Steering Hardening & Tempering Equipment

ステアリング焼入焼戻設備

● Rack Steering Hardening & Tempering Equipment (Dual Frequency Combined scanning system)

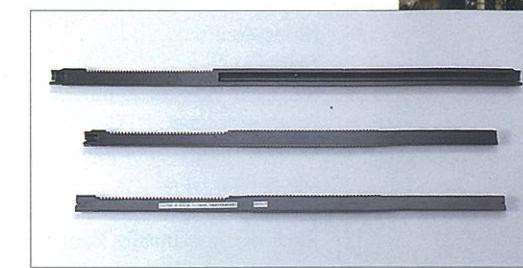
ラックステアリング焼入焼戻設備(2周波合成移動焼入方式)

[Specification]
Machine name : Rack steering Hardening & Tempering Equipment
Generator type : PTG-8-250 & TG3-200-200
Output : 250kW **Frequency :** 8kHz
Output : 200kW **Frequency :** 200kHz
Machine type : Vertical type full automatic Hardening & Tempering Equipment
Cycle time : 50sec/2pcs
[Features]
 It is The First Equipment in the world of 2 axis scanning hardening & tempering system using Dual Frequency Combined scanning method. Hardening case depth is adjusted so as deeper (3 to 5mm) at rack portion, medium depth (2 to 3mm) at screw portion and shallower (1 to 2mm) at bar portion to minimize bending distortion by hardening and tempering.

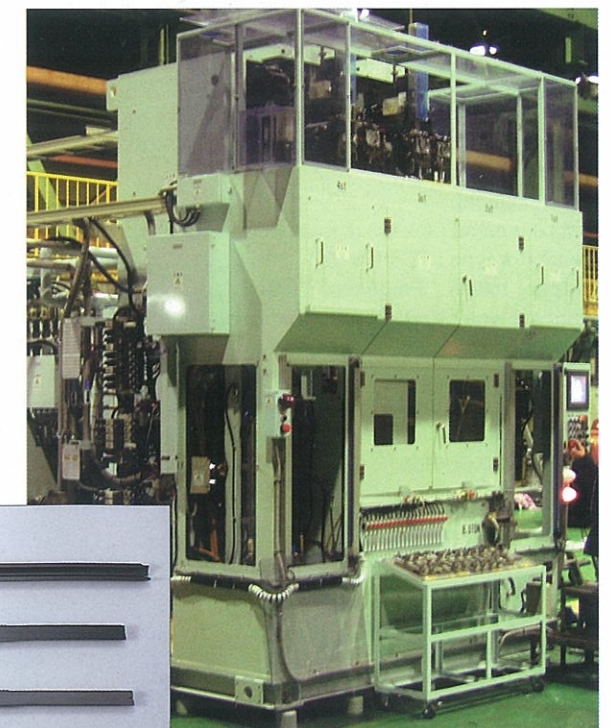
→PATPEND

名称: ラックステアリング焼入焼戻設備
 発振機型式: PTG-8-250 & TG3-200-200
 出力: 250kW 周波数: 8kHz
 出力: 200kW 周波数: 200kHz
 焼入機型式: 堅型全自動焼入焼戻方式
 サイクルタイム: 50sec/2pcs
【特長】
 全自動2周波合成移動焼入方式採用。
 2周波合成を利用した2軸の移動焼入焼戻を行う世界初の焼入焼戻設備です。
 ラック部を深く(3~5mm)、ネジ部を中間に(2~3mm)、軸部を浅く(1~2mm)、焼入硬化層をリニアに調整することができ、焼入・焼戻後の曲がりを低減させます。

→特許申請中



Hardened layer for Rack Steering ラック焼入硬化層

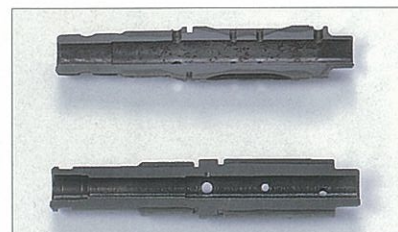


● Input Shaft Hardening & Tempering Equipment インプットシャフト焼入焼戻設備



[Specification]
Machine name : Input shaft Hardening & Tempering Equipment
Generator type : PTG-30-100
Output : 100kW **Frequency :** 30kHz
Machine type : Vertical type automatic Hardening & Tempering Equipment
Cycle time : 25sec/pc
[Features]
 Stem part of input shaft is hardened and tempered at the same station.

名称：インプットシャフト焼入焼戻設備
 発振機型式：PTG-30-100
 出力：100kW 周波数：30kHz
 焼入機型式：縦型全自動焼入焼戻方式
 サイクルタイム：25sec/pc
【特長】
 ステアリングのインプットシャフト軸部を同一ステーションにて、一発焼入焼戻します。



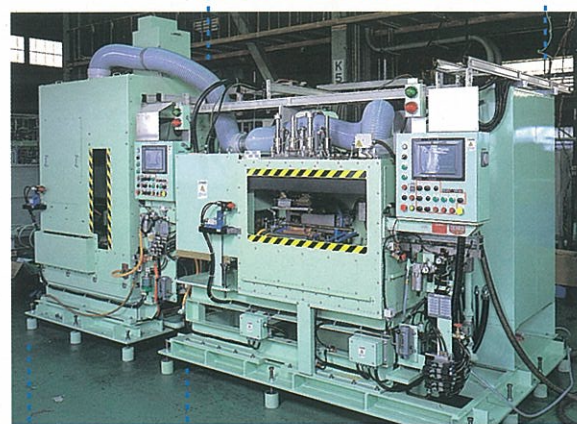
Hardened layer for Input Shaft
インプットシャフト焼入硬化層

● Rack Steering Induction Heating Equipment ラックステアリング焼入焼戻設備



[Specification]
Machine name : Rack bar teeth side Hardening Equipment.
Generator type : TG3-60/200-100
Output : 100kW
Frequency : 60/200kHz (Switchable)
Machine type : Horizontal type Hardening Equipment.
Cycle time : 35sec/pc
[Features]
 Rack part is heated with direct electric conduction.

名称：ラックバー歯面焼入設備
 発振機型式：TG3-60/200-100
 出力：100kW
 周波数：60/200kHz(2波共用切替)
 焼入機型式：横型焼入方式
 サイクルタイム：35sec/pc
【特長】
 ラック部を直接通電方式にて加熱します。



[Specification]
Machine name : Rack bar shaft Hardening Equipment
Generator type : TG3-100-100
Output : 100kW **Frequency :** 100kHz
Machine type : Vertical type Hardening Equipment
Cycle time : 40sec/pc
[Features]
 Applied work : Diameter $\phi 22 \sim 32$ mm, Length 500~800mm ;
 These works are hardened at shaft part of rack bar by scanning method.

名称：ラックバー軸焼入設備
 発振機型式：TG3-100-100
 出力：100kW 周波数：100kHz
 焼入機型式：縦型焼入方式
 サイクルタイム：40sec/pc
【特長】
 対象ワーク：径 $\phi 22 \sim 32$ mm、全長 500~800mmまでのラック軸部を移動式で焼入します。

特許第3860634号
 特許第3865451号

[Specification]
Machine name : Rack bar All-over Tempering Equipment.
Generator type : PTG-4-50
Output : 50kW **Frequency :** 4kHz
Cycle time : 35sec/pc
[Features]
 Rack bar is manually loaded and tempered as a whole with single shot heating.

名称：ラックバー全体焼戻設備
 発振機型式：PTG-4-50
 出力：50kW 周波数：4kHz
 サイクルタイム：35sec/pc
【特長】
 ラックバー全体を手動取付にて一発で焼戻します。

Ball Screw Hardening & Tempering Equipment

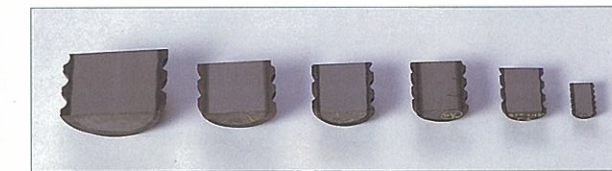
ボールネジ焼入焼戻設備



[Specification]
Machine name : Ball Screw Hardening & Tempering Equipment
Generator type : PTG-30-200
Output : 200kW **Frequency :** 30kHz
Machine type : Horizontal type Inductor scanning Hardening & Tempering Equipment.
(Process speed) : Scanning speed more than 5mm/sec at $\phi 63$ type work hardening process.
[Features]
 Heating coil has tracing mechanism of work bending, and bending distortion after hardening is controlled to minimize. Oxygen Free Hardening system is adopted.

名称：ボールネジ焼入焼戻設備
 発振機型式：PTG-30-200
 出力：200kW 周波数：30kHz
 焼入機型式：横型加熱コイル移動焼入焼戻方式
 (加工速度)： $\phi 63$ ワーク焼入工程にて送り速度5mm/sec以上
【特長】
 加熱コイルのワーク追従機構を備え、焼入後の曲がりを極力少なくした焼入焼戻機で、さらに無酸化焼入システムを採用しています。

特許第3899162号



Hardened layer for Ball Screw ボールネジ焼入硬化層

Rail Hardening & Tempering Equipment

レール焼入焼戻設備



[Specification]
Machine name : Rail Hardening & Tempering Equipment
Generator type : PTG-50-200 & PTG-30-30
Output : 200kW **Frequency :** 50kHz (for hardening)
Output : 30kW **Frequency :** 30kHz (for tempering)
Machine type : Horizontal type work travel scanning Hardening & Tempering Equipment
[Features]
 Rails are hardened and tempered continuously with Oxygen Free.

名称：レール焼入焼戻設備
 発振機型式：PTG-50-200、PTG-30-30
 出力：200kW 周波数：50kHz(焼入用)
 出力：30kW 周波数：30kHz(焼戻用)
 焼入機型式：横型ワーク移動焼入焼戻方式
【特長】
 レールを連続的に焼入・焼戻する設備です。焼入は無酸化にて行う機能を持っています。

Bearing Hardening Equipment

ベアリング焼入設備



[Specification]

Machine name : Tapered Bearing Hardening Equipment
 Generator type : Outer diameter hardening ; TG3-250-250
 Output : 250kW Frequency : 250kHz
 Inner race hardening ; PTG-30/70-300
 Output : 300kW Frequency : 30/70kHz (Switchable)

Machine type : Full automatic outer and inner surface hardening system

Cycle time : 15sec~30sec

[Features]

Outer diameter and inner race of tapered bearing is hardened, especially inner race hardening can be done in short time.

名称 : テーパーベアリング焼入設備
 発振機型式 : 外周焼入用 TG3-250-250
 出力 : 250kW 周波数 : 250kHz
 内周軌道面焼入用 PTG-30/70-300
 出力 : 300kW 周波数 : 30/70kHz (2波共用切替)

焼入機型式 : 全自動外周・内周焼入方式

サイクルタイム : 15秒~30秒/pc

[特長]

テーパーベアリングの内・外周面を焼入焼戻するシステムとなっており、特に内周面を短時間焼入れできる全自動の焼入焼戻機です。



Single Row Tapered Bearing テーパーベアリング
 Double Row Tapered Bearing ダブルテーパーベアリング

Multipurpose Hardening & Tempering Equipment

汎用焼入焼戻設備 (一体型定置焼入焼戻設備)



[Specification]

Machine name : CNC Type Stationary II stage Hardening & Tempering Equipment

Generator type : PTG

Output : 100 to 200kW Frequency : 10 to 50kHz

Machine type : Stationary single-shot hardening system (NC system)

Cycle time : 15 to 30sec/pc

[Features]

Compact hardening and tempering equipment integrated generator, hardening machine, control panel and cooling water tank.

This machine saved floor space to one half of conventional type, and installation period is shortened remarkably.

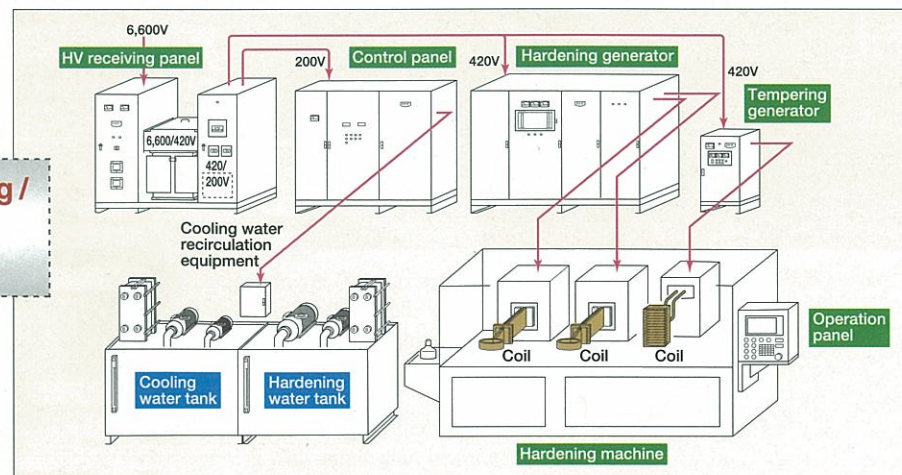
名称 : CNC式定置IIステージ型焼入焼戻設備

発振機型式 : PTGタイプ 出力 : 100~200kW 周波数 : 10~50kHz

焼入焼戻機型式 : 定置一発焼入方式 サイクルタイム : 15~30sec/pc

[特長]

発振機・焼入機・制御盤・冷却水タンクを一体化したコンパクトな焼入焼戻設備です。従来の定置焼入焼戻設備と比較し、スペースも半分になり、かつ設置も簡単に行え、短時間で生産開始が可能です。

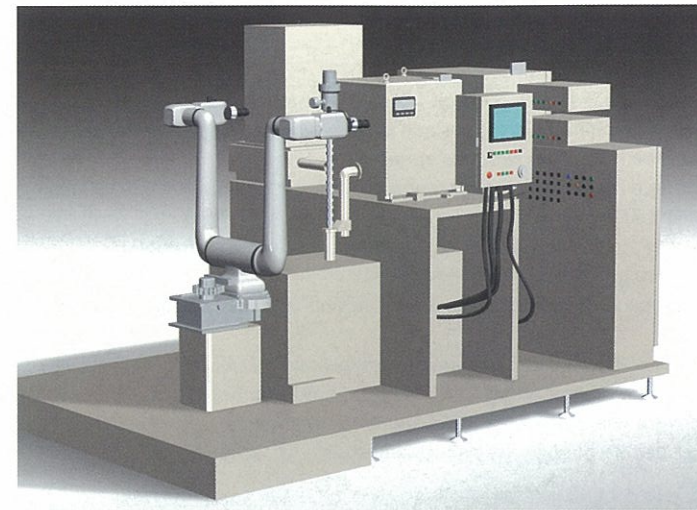


Conventional Stationary Hardening / Tempering Equipment

従来型 定置焼入焼戻設備 構成図

Multipurpose Hardening & Tempering Equipment

汎用焼入焼戻設備



[Specification]

Machine name : Robot-applied Hardening & Tempering Equipment

Generator type : PTG-30-100

Output : 100kW Frequency : 30kHz

Machine type : Robot applied hardening and tempering system

Cycle time : 30sec/pc

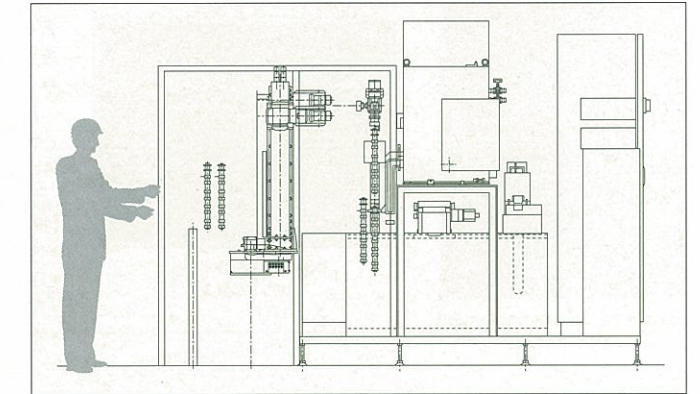
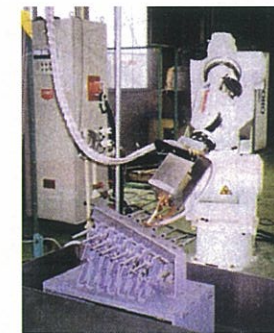
[Features]

Robot is applied for tracking 3-D hardening surfaces.

名称 : ロボット対応式焼入焼戻設備
 発振機型式 : PTG-30-100
 出力 : 100kW 周波数 : 30kHz
 焼入機型式 : ロボット回転移動焼入焼戻方式
 サイクルタイム : 30sec/pc

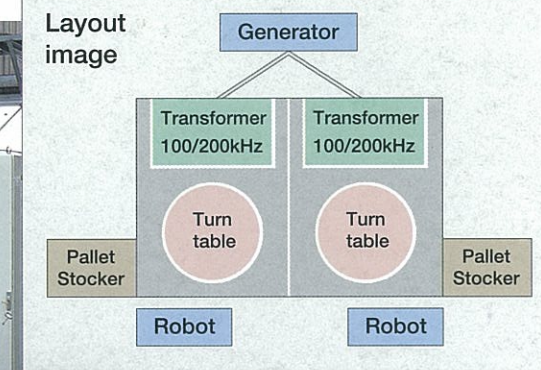
[特長]

ロボットを焼入れに必要な機能の移動および回転に使用した焼入焼戻機です。



Multipurpose Hardening & Tempering Equipment (Application for shaft)

汎用焼入焼戻設備 (シャフトへの応用例)



[Specification]

Machine name : Shaft Induction Hardening / Tempering Equipment

Generator type : TG3-100/200-150S II

Output : 150kW

Frequency : 100kHz/200kHz (Switchable) II ST type

Machine type : Turntable type automatic hardening / tempering system (DENSO robot is used.)

[Features]

This machine has IISTs and each ST can be operated one after the other.

Loading and unloading of works are done with robot between pallet and turntable.

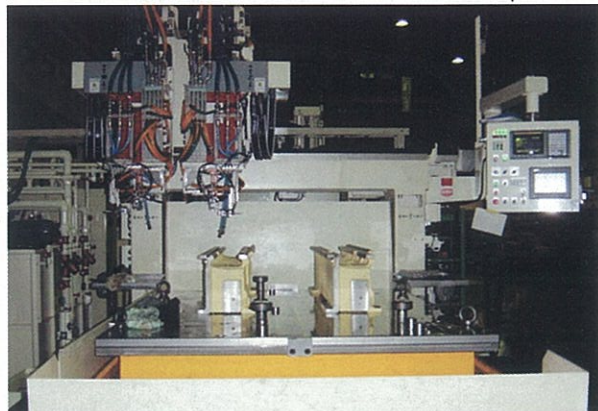
The pallet is set on each pallet stocker.

The transformer can be used for both 100kHz and 200kHz switched on demand.

名称 : シャフト高周波焼入焼戻設備
 発振機型式 : TG3-100/200-150S II
 出力 : 150kW 周波数 : 100kHz・200kHz (2波共用切替) IIステージ切替式
 焼入機型式 : ターンテーブル型自動焼入焼戻機 (DENSOロボット使用)
[特長]
 ターンテーブル型の2ST焼入機で、両STを交互に切替運転できます。パレットとターンテーブル間のワーク投入・排出はロボットにて行います。変成器は100kHz、200kHz共通で使用でき、II STで2波を交互に切替使用できます。

Bed & Spindle Hardening Equipment for Machine Tool Sliding Surfaces

工作機械摺動面ベット・スピンドル焼入設備



[Specification]

Machine name : Bed Hardening Machine (NC 3 axes, 2 position) and Spindle Hardening Machine (NC 1 axis)

Generator type : PTG-40-150 Output : 150kW Frequency : 40kHz

Bed hardening machine (Sliding surface tracing type, 2 arm) :

Sliding surface hardening process speed ; 2 to 10mm/sec
Sliding surface hardening control range ; 2,100mm×1,200mm×height 400mm
Table size ; 2,500mm×1,650mm

Spindle hardening machine (Vertical scanning by work piece travel) :

Work piece travel stroke ; 800mm
Hardening type ; Stationary single-shot (End face & flange), Scanning (Stem)

[Features]

- The generator is shared between machines for bed and spindle, so the cost is saved.
- One setting enables continuous hardening of plural number of bed.
- One coil covers whole stem length of spindle in scanning.
- Coil change can be done in very short time.

名称 : ベッド焼入設備 (NC 3軸 2ポジション) およびスピンドル焼入設備 (NC 1軸)

発電機型式 : PTG-40-150 出力 : 150kW 周波数 : 40kHz

ベッド焼入部 (摺動面追従焼入機 2アーム式) :

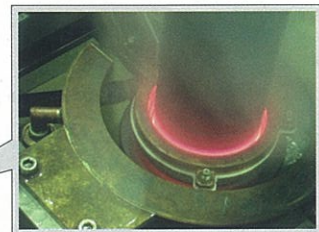
摺動面焼入加工速度 : 2~10mm/sec 摺動面焼入制御範囲 : 2,100mm×1,200mm×高さ400mm
テーブルサイズ : 2,500mm×1,650mm

スピンドル焼入部 (ワーク移動式型焼入機) :

ワーク移動ストローク : 800mm 焼入方式 : 定置一発 (端面部、フランジ部)、移動焼入 (軸部)

[特長]

- ベッド焼入機とスピンドル焼入機で発電機を共用しており、低コストです。
- 1回の操作で複数のベッドの連続焼入処理が可能です。
- スピンドル軸部を1つのコイルで移動焼き可能です。
- 焼入コイルの段取り替えが短時間で済みます。

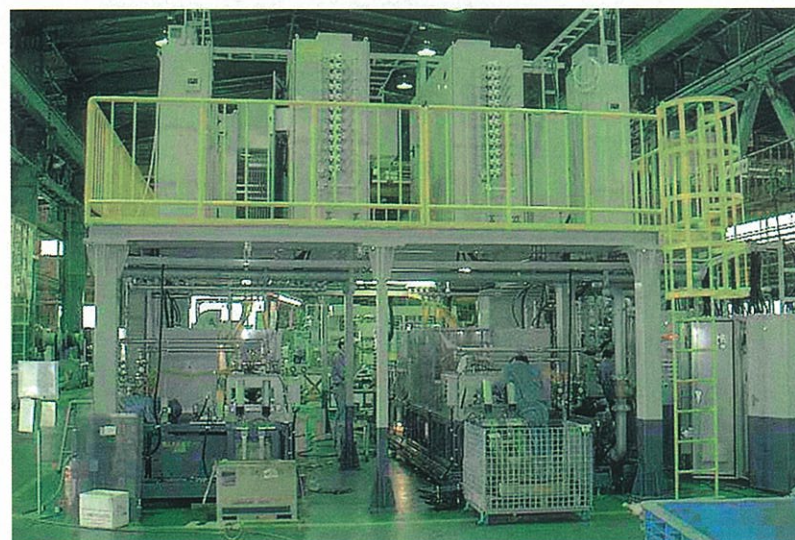


Spindle hardening
スピンドル焼入

Spindle hardening Equipment
スピンドル焼入部

Pin Hardening & Tempering Equipment for Construction Equipments

建機用ピン焼入焼戻設備



名称 : 建機用PIN焼入焼戻設備

発電機型式 :

小径ワーク焼入用 PTG-1/2/8-350

出力 : 350kW 周波数 : 1/2/8kHz (3波)

小径ワーク焼戻用 PTG-0.5-50

出力 : 50kW 周波数 : 0.5kHz

大径ワーク焼入用 PTG-2-350

出力 : 350kW 周波数 : 2kHz

大径ワーク焼戻用 PTG-0.5-50

出力 : 50kW 周波数 : 0.5kHz

焼入機型式 :

横型連続全自動焼入焼戻方式

サイクルタイム :

4.5sec/pc (MAX送り速度 : 20mm/sec)

架台上部 : 高周波発電機

架台下部左側 : 小径ワーク焼入焼戻機

小径ワーク D : 19~38mm, L : 90~180mm

硬化層 : 2~6mm

架台下部右側 : 大径ワーク焼入焼戻機

大径ワーク D : 38~50mm, L : 150~290mm

硬化層 : 4~9mm

[特長]

ワーク供給装置 (オプション) を設置することで、全自動で焼入焼戻を連続的に処理することができます。機種変更時の加熱コイル段替は、焼入STより加熱コイルを電動で取り出し、M/C機外でコイル段取り替えを完了することができます。ワーク機種を選択することで、発電機周波数の切替、ワーク送り速度、焼入条件を自動的に選択し、加工できます。

[Specification]

Machine name : Pin Hardening & Tempering Equipment for Construction Machine

Generator type :

For small diameter work piece hardening : PTG-1/2/8-350

Output : 350kW Frequency : 1/2/8kHz (3 frequencies)

For small diameter work piece tempering : PTG-0.5-50

Output : 50kW Frequency : 0.5kHz

For large diameter work piece hardening : PTG-2-350

Output : 350kW Frequency : 2kHz

For large diameter work piece tempering : PTG-0.5-50

Output : 50kW Frequency : 0.5kHz

Machine type : Horizontal full automatic hardening/tempering machine

Cycle time : 4.5sec/pc (MAX feed speed : 20mm/sec)

Upper Trestle : Transistor Generator

Left side of under Trestle : Hardening/Tempering machine for small diameter work piece

Small diameter work piece ; D : 19~180mm, L : 90~180mm

Hardened layer : 2~6mm

Right side of under Trestle : Hardening/Tempering machine for large diameter work piece

Large diameter work piece ; D : 38~50mm, L : 150~290mm

Hardened layer : 4~9mm

[Features]

Work loading equipment (optional) enables automatic continuous hardening and tempering operation of the machine. Heating coil can be taken out of the machine from hardening station electrically for coil change to another one of different work piece type. Work piece type selection makes automatic adjustment of generator frequency, work piece feeding speed and hardening condition for processing the work piece.

In-company Testing Equipment for RF Hardening & Tempering

弊社高周波焼入焼戻用試験設備

No.	Machine name 設備名	Q'ty 台数	Generator 発電機	Hardening Machine 焼入機
1	Dual freq. combined hardening equipment 2周波合成焼入設備	1set	PTG-3/10/50-400 X1set TG3-200/400-500 X1set	Vertical 1 spindle NC hardening machine X1set 縦型1軸NC焼入機X1台 (1,200mm stroke)
2	Dual freq. combined hardening equipment 2周波合成焼入設備	1set	(Common as above PTG) (上記PTGと共用) TG3-200-300 X1set	Vertical 1 spindle NC hardening machine X1set 縦型1軸NC焼入機X1台 (1,000mm stroke)
3	Crankshaft hardening equipment クランクシャフト焼入設備	1set	PTG-10/20/30-200 X1set PTG-10/50-100 X1set	Crankshaft multipurpose hardening machine X1set クランクシャフト汎用型焼入機X1台
4	Crankshaft hardening equipment クランクシャフト焼入設備	2sets	PTG-10/20/30-250 X1set	Exclusive crankshaft hardening machine X1set Lathe applied crankshaft hardening machine X1set クランクシャフト専用型焼入機X1台 (製作中) クランクシャフト旋盤型焼入機X1台
5	Stationary single-shot hardening equipment 定置一発式焼入設備	1set	(Common as No.4) (No.4と共用)	Stationary II stage hardening machine X1set 定置IIステージ型焼入機X1台 (製作中)
6	Scanning equipment 移動式焼入設備	2sets	PTG-10/20/30-350 X1set	Vertical 1,000mm hardening machine X1set Vertical 500mm hardening machine X1set 縦型1,000mm焼入機X1台 縦型500mm焼入機X1台
7	Scanning equipment 移動式焼入設備	2sets	MLL-250STR II X1set	Vertical 800mm hardening machine X1set Vertical 500mm hardening machine X1set 縦型800mm焼入機X1台 縦型500mm焼入機X1台
8	Generator for tempering 焼戻用発電機	1set	PTG-3-50 X1set	

Inspection Instruments for Required Induction Hardening

高周波焼入用検査に必要な機器

No.	Name of the Instrument 検査機器名	Purpose of Inspection 検査目的
1	Electric Rockwell hardness scale 電動ロックウェル硬度計	1) Measuring surface hardness 2) Measuring effective hardening depth 1) 表面硬さの測定 2) 有効硬化層深さの測定
2	Pieces for hardness criterion 硬さ基準片	
3	Peak scale loupe 10X ピークスケールルーペ10X	1) Measuring total hardening depth 2) Measuring effective hardening depth 1) 全硬化層深さの測定 2) 有効硬化層深さの測定
4	High-speed cutter 高速切断機	
5	Magnetic flaw meter 磁気探傷装置	Inspecting hardened crack, material crack etc 焼割れ・材料割れ等の検査
6	Inverted metal microscope 倒立型金属顕微鏡	Inspecting hardening structure, material structure, crack shape etc 焼入組織・素材組織・割れ形状等の検査
7	Micro-Vickers hardness meter マイクロビッカース硬度計	1) Measuring the distribution of section hardness 2) Measuring effective hardening depth 3) Measuring the hardness of microstructure 1) 断面硬さ分布の測定 2) 有効硬化層深さの測定 3) ミクロ組織の硬さの測定
8	Belt grinder レジンダー	1) Rough finishing of cut samples 2) Surface grinding for measuring surface hardness 1) 切断した試料の荒仕上げ 2) 表面硬さ測定のための表面研磨
9	Sample grinder 試料研磨機	Grinding to inspect the cut samples by metal microscope (article 6) and Micro-Vickers (article 7) 切断した試料を6項 (金属顕微鏡)、7項 (マイクロビッカース) で検査する為の磨きをかける。
10	Sample grinder 試料研磨機	Mirror finishing the samples grinded article 8 and 9 (Final grinding) 8項、9項で磨いた試料の鏡面仕上げ用 (最終研磨)
11	Hot-air dryer 熱風乾燥機	Instant drying the samples of mirror finished (article 10) with hot air after water washing. After that, etching (eroding) then water washing and drying with hot air again. 10項で鏡面仕上げした試料を水洗い後、熱風にて瞬間的に乾燥。 その後、エッチング (腐蝕) し、再度水洗い後熱風乾燥する。

Nondestructive Inspection Apparatus used for Induction Hardening

高周波焼入に利用される非破壊検査機器

No.	Inspection method 検査方法	Purpose 目的	Inspection 検査	Example of the utility 利用例
1	Magnetic flaw detection method 渦電流探傷法	Hardened flaw inspection 焼入れ検査	A conductive metal induces AC current when it approaches a coil supplied with AC current. The coil impedance for AC current has difference the cases of metal with flaw and without flaw. This impedance change is applied for flaw detection. 交流電流を接続したコイルに金属を近づけると、導体である金属に交流電流が生じます。金属に欠陥(傷)がある場合と無い場合でこの交流電流に対するインピーダンスが変化します。このインピーダンスが変化することを利用して傷を検出します。	Flaw inspection for CVJ stem, Flaw inspection for inner surface of hub unit outer ring CVJ部品軸部の割れ検査 ハブユニット外輪の内面割れ検査
2	Eddy current comparison checking method 渦電流型比較 検査法	Hardness inspection and detection of hardened layer variation, shape and/ or dimension difference 焼入硬さの 検査硬化層の ばらつき形状、 寸法の判別	A conductive metal induces AC current when it approaches a coil supplied with AC current. The coil impedance changes when the material or shape of the metal is changed and also the distance between the metal and coil is changed. Standard sample is set in the master coil and test sample is set in the test coil, and AC current supplied to both coils. Then electrical difference appears between the two coils. Based upon the electrical differences, the characteristics of test sample can be estimated. Magnetic permeability curve differs with frequency change even in similar material, so more accurate measurement can be done using different frequencies. 交流電流を接続したコイルに金属を近づけると、導体である金属に交流電流が生じます。金属の材質・形状が変化した場合、また金属とコイルの距離が変化した場合にも上記のインピーダンスが変化します。マスターコイルに標準試料を、テストコイルに被検査試料をそれぞれセットし、交流電流を流すと両コイルに電気的な差が生じます。この電気的な差に基づいて、被検査試料の特性を判断します。この時、周波数が変わるとよく似た材料でもわずかに透磁率のカーブに差が出ることを利用し、周波数を複数にすることにより、より精度の高い測定が可能となります。	Inspection for CVJ stem CVJ部品軸部の検査
3	Ultrasonic wave measuring method 1 超音波測定法 1	Measurement of hardened layer 焼入硬化層の測定	Using ultrasonic wave, hardened layer depth can be measured reading differences of crystal grain from the scattered echo between that of surface hardened layer and that of base material. 超音波を利用して、表面の焼入硬化層と母材層との結晶粒の違いを散乱エコーから読み取り、硬化層の深さを測定します。	Measurement for hub unit hardened layer. ハブユニットの硬化層測定 Measurement for crankshaft hardened layer. クランクシャフトの硬化層測定
4	Ultrasonic wave measuring method 2 超音波測定法 2	Hardened flaw inspection 焼入れ検査	Irradiating ultrasonic wave upon a metal, the existence of a flaw can be measured from the ultrasonic wave reflected when a flaw exists inside the metal. 超音波を金属に投入し、金属内部に欠陥(傷)がある場合に反射する超音波を測定し、欠陥(傷)の有無を測定します。	Flaw inspection for CVJ long stem pressure welded portion CVJ長軸圧接部の傷測定

Case Depth Measuring System

Enhanced by Auto-Scan and Auto Pass-Fail Judgement For hub units, crankshafts, CVJs, and other case-hardened components

超音波焼入深さ自動測定装置

焼入深さ測定装置(ハードエコー)に自動スキャン機能、焼入深さの可否自動判定機能を追加しました。対象部品:クランクシャフト、CVJ、ハブユニット、その他

HARD ECHO Measuring Principle

- The case-hardened layer has a fine metallographic texture than the non-hardened layer below it.
- An ultrasonic pulse irradiated upon a work piece whose case depth is to be measured is back-scattered from the boundary between such two layers as an echo.
- By measuring the time from the injection of the pulse to the return of the echo, the case-hardened depth is calculated and displayed on a CRT screen.

ハードエコー測定装置

- 表面硬化焼入層は母材材料に比べ細微組織となっています。
- 超音波が材料中を通過する際、結晶の境界で反射屈折による散乱が生じ、その散乱エコーまでの時間を計測し、焼入深さを求め、画面に数値を表示します。

Automatic Case Depth Measuring System
焼入深さ自動測定装置

Rotation of work piece
ワーク回転

Case depth measurement of an automobile part
自動車部品の焼入深さ測定

HARD ECHO Display (SH63)
ハードエコー装置 (SH63)

B-scope image (Full-turn cross-sectional view)
Bスコープ像 (1周の断面表示)

Developed by the joint efforts of Denki Kogyo Co., Ltd. and Shinko Inspection and Service Co., Ltd.
You can purchase this system along with our hardening equipment.
神鋼検査サービスと当社にて共同開発を行いました。本システムは弊社も焼入設備と共に販売致します。

Transistor Inverter Type Pipe Welder

トランジスタ・インバータ式パイプウェルダ

Features of induction welding

1. High welding speed

As high frequency is used, this machine does not have stitch phenomenon even in high speed operation and also high speed welding is realized with smaller power because electric power is concentrated at seam portion by skin effect.

2. Less heat affection

Heat affection by welding is smaller as electric power is concentrated at seam portion and very near welding with base material is obtained because of pressure welding.

3. Needless of cleaning oxide and other dirt

The material of hot-rolled sheet steel that is covered with oxide film of insulator has to be deoxidized before electric power feeding in conventional electric weld pipe, but in high frequency induction welding the process is not necessary.

4. Various kind of metal welding is possible

Not only steel, but also other metals that are considered difficult such as stainless steel, aluminum and aluminum alloy, copper and copper alloy, titanium, etc are easily welded.

5. Voltage type inverter generator is used for power supply

Stable output waveform is guaranteed and inside bead generation is minimized.

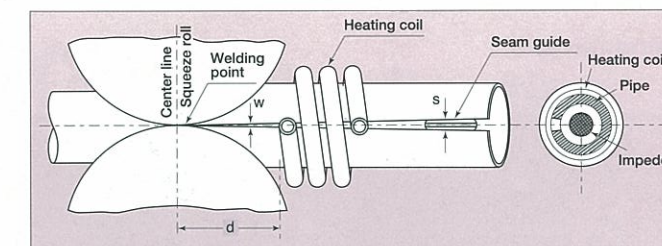
Features of DKK induction welding equipment

1. All solid state generator, in which no wearing parts are used, has benefit of no maintenance valves are needed.

- 1) Energy conversion efficiency is more than 92%, so electricity expense is profitable.
- 2) Frequency selection is available within 100kHz to 400kHz.

2. Specification

- 1) Frequency fluctuation Less than $\pm 3\%$
- 2) Adjustable output range 10 to 100%
- 3) Output fluctuation Less than $\pm 1\%$
- 4) Ripple Less than $\pm 3\%$
- 5) Response time of output setting Less than 0.3 sec
- 6) Ramp time of generator Less than 0.5 sec



Standard specification パイプウェルダ標準規格表

Generator type 型式	Output 出力 (kW)	Frequency 周波数 (kHz)	Required power 所要電源 (kVA)
TG3-400-50	50	400	3φ 440V 65kVA
TG3-400-100	100	400	3φ 440V 130kVA
TG3-400-150	150	200/400	3φ 440V 195kVA
TG3-400-200	200	200/400	3φ 440V 260kVA
TG3-400-300	300	200/400	3φ 440V 390kVA
TG3-400-500	500	200/400	3φ 440V 650kVA
TG3-400-700	700	200/400	3φ 440V 910kVA

高周波誘導溶接の特長

1. 溶接速度が速い

高周波電流によるため、溶接速度を上げて「ステッチ」現象を生ぜず、また高周波電流の表皮効果により電力をシーム部に集中できるので、少ない電力で高速度の溶接が可能です。

2. 熱影響が少ない

電力がシームに集中するため、溶接による熱影響部が少ないうえ、圧接のため母材に近い溶接が得られます。

3. 素材の酸化物その他の汚れ落としが不要

熱間圧延された素材は酸化皮膜により絶縁物で被覆された状態となるため、従来の電縫管では酸洗などにより酸化物を除去しないと給電できませんが、高周波溶接ではその必要がありません。

4. 各種の金属管の溶接が可能

鋼はもちろん、従来困難とされていたステンレス鋼、アルミニウムおよびアルミニウム合金、銅および銅合金、チタンなどの溶接が容易にできます。

5. インバータの供給源として電圧型を使用

安定した出力波形となり、内面ダレ(ビート)の発生を最小限に防いでいます。

DKK高周波誘導溶接設備の特長

1. オールソリッドステートの為消耗品がなく、メンテナンスがお得です。

- 1) 変換効率は92%以上のため、電気代がお得です。
- 2) 各種周波数が選択できます。(100kHz~400kHz)

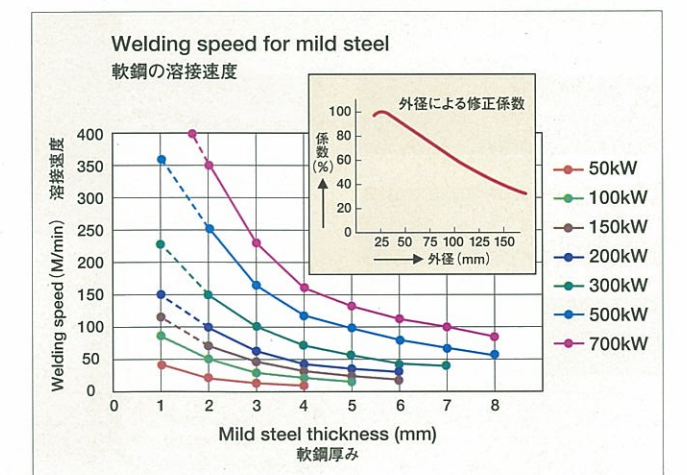
2. 仕様

- 1) 周波数変動 $\pm 3\%$ 以下
- 2) 出力変動 $\pm 1\%$ 以下
- 3) 出力変動 $\pm 1\%$ 以下
- 4) リップル $\pm 3\%$ 以下
- 5) 設定出力応答時間 0.3秒以下
- 6) 発振開始時間 0.5秒以下

*3	*1 Less than 1.5mm (Mild steel) 1.5以下(軟鋼)			*1 More than 1.5mm (Mild steel) 1.5以上(軟鋼)		
	d	s	w	d	s	w
1	40	6.0	2.0	50	7.0	2.5
2	50	6.5	2.5	60	7.5	2.0
3	60	7.0	3.0	70	8.0	3.5
4	70	7.5	3.5	80	8.5	3.0
5	80	8.0	4.0	90	9.0	4.5
6	90	8.5	4.5	100	9.5	5.0

*1: Thickness mm, *2: Standard mm, *3: Diameter inch

Welding speed (Low carbon steel) 高周波誘導溶接速度表(低炭素鋼)



Induction Furnace

誘導炉

Induction Furnaces for Production of High-Tech Materials and Casting.

高機能材料の製造、鑄造に利用される誘導炉

Induction Furnaces are utilized for special steel and nonferrous metal casting and with its feature of magnetic stir process, even melting and easy maintenance of furnace wall are available. A good many number of them have been installed as melting furnace and holding furnace.

Operation in reduced-pressure and vacuum are possible thanks to the combination of induction and vacuum technology, which enables to develop sophisticated materials.

Further, for melting high-activated materials, scull melting which uses water-cooled crucible and levitation melting with induction magnetic flux have also been developed to prevent a mixture of impurities from crucibles.

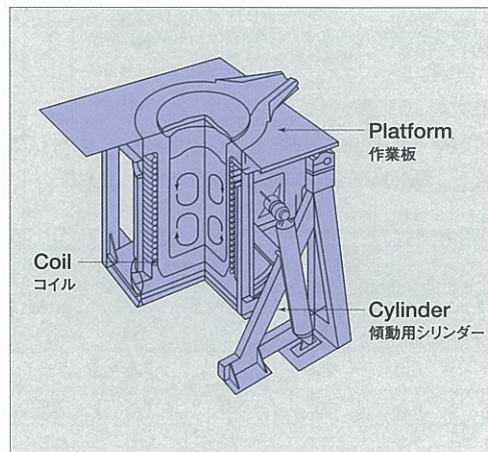
特殊鋼、非鉄金属の鑄造に利用される誘導炉は、その特性としての電磁攪拌作用により均質な溶解ができることや、炉壁のメンテナンスが容易なことなどの優れた特色により、溶解炉および保持炉として数多く設置されています。

インダクションと真空技術との結合により、減圧雰囲気下および真空中での操作が可能で、これにより高機能材料の開発も進められています。

また、高活性材料の溶解には、ルツボからの不純物混入を避けるため、水冷ルツボ使用のスカル溶解法や、誘導磁場により空中浮遊されて溶解する、レビテーション溶解法も開発されています。

Melting furnace

大気溶解炉



Selection table of Melting Furnace

誘導溶解炉標準規格表

Melting wt	Melting down time 鋼材の溶解までの所要時間 (minutes)											Frequency 適合周波数 (kHz)			
	30 kW	50 kW	100 kW	150 kW	200 kW	250 kW	300 kW	500 kW	600 kW	800 kW	1,000 kW	10	3	1	0.5
20kg	40											○	○		
30kg	60	35										○	○		
50kg		56	22										○		
100kg			52	30	22									○	
200kg				66	45	34	28							○	
300kg					68	50	41							○	○
500kg							73	39	32					○	○
800kg								65	52					○	○
1,000kg									65	43	38			○	○

Vacuum melting furnace

真空溶解炉



Billet heater, Bar heater

ビレットヒータ・バーヒータ

Please refer to our catalogue No.HFE-0106

弊社カタログ No.HFE-0106を御参照ください。

Strip heating, Slab heating, Wire heating 鋼板加熱・スラブ加熱・線材加熱

High Speed Continuous Production and High Level Quality Control.

高速連続生産と高品質管理が可能です。

It is commonly used vertical flux for Strip Heating and cross flux for nonmagnetic material as a heating method.

Cross flux is used for warming-up the edges such as slab. Further, induction heating is mainly adopted for continuous heat treating of steel wire, nonferrous metal wire rods and coating process.

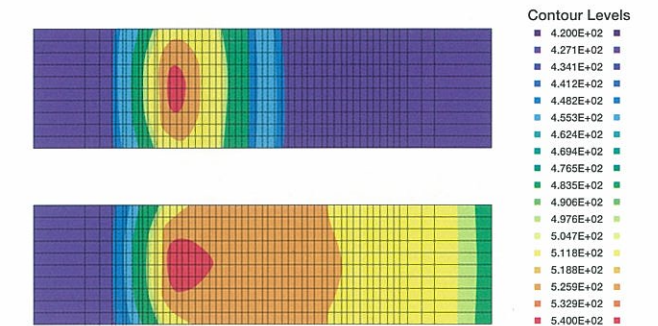
鋼板加熱の場合には通常、縦断磁束式が、非磁性体材料には横断磁束式の加熱方式が用いられます。

スラブなどのエッジ部の昇温には横断磁束式が用いられます。

また、鋼線および非鉄金属線材の連続熱処理、コーティング処理などの加熱にもインダクションヒータが採用されています。

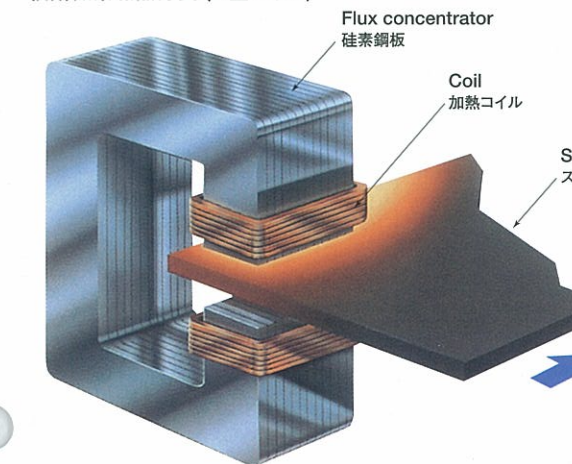
Computer Simulation

鋼板の温度分布解析



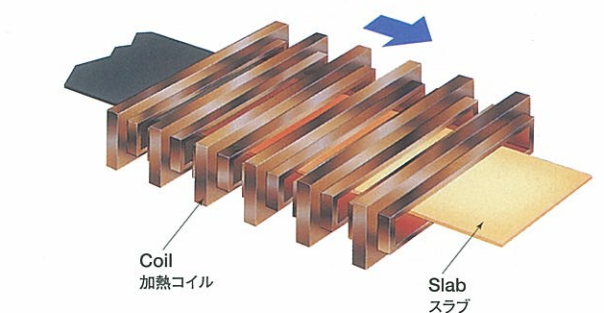
Transverse Flux Type

横断磁束加熱方式 (C型コイル)



Longitudinal Flux Type

縦断磁束加熱方式



Other Application

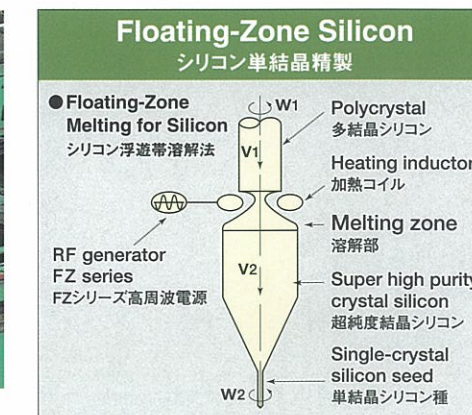
その他の加熱

Induction Heating is Participating in all Other field of Industry.

あらゆる分野で活躍するインダクションヒーティング



Pipe, H Steel Bender パイプ、H鋼ベンダー



- Brazing
ロー付
- Hot Press
ホットプレス
- Bonding / Heat Sealing
接着加熱