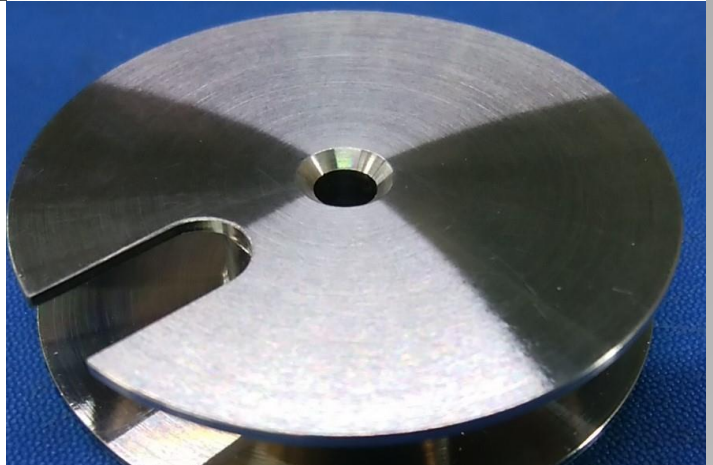
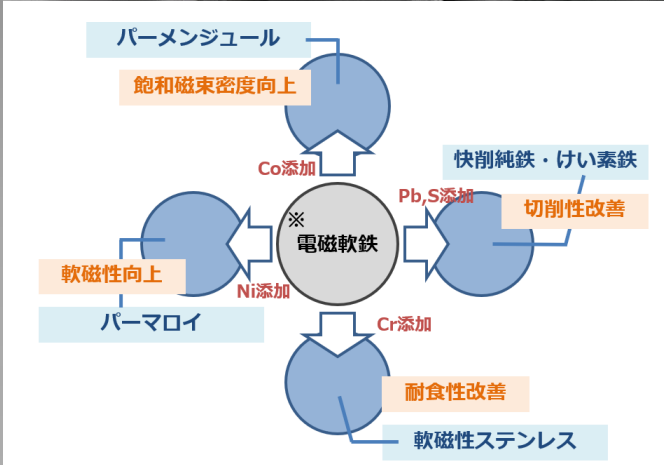
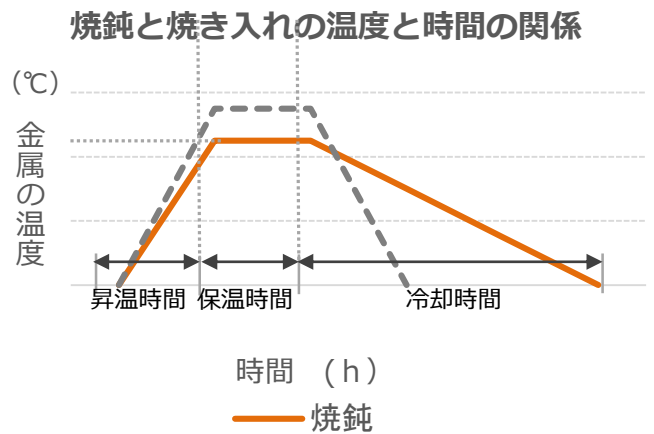


- 初学者から中級者向け -

熱処理の基礎 VOL.1

焼鈍・磁気焼鈍の基礎



0. 目次

1. 焼鈍の基礎	-----	3
■ <u>焼鈍とは</u>	-----	3
■ <u>焼鈍のプロセス</u>	-----	4
■ <u>焼鈍の種類</u>	-----	5
2. 磁気焼鈍の基礎	-----	6
■ <u>磁気焼鈍とは</u>	-----	6
■ <u>磁気焼鈍の目的</u>	-----	7
■ <u>磁性材料とは</u>	-----	8
■ <u>磁気焼鈍に適している材質</u>	-----	9
■ <u>軟磁性材料ごとの熱処理後の特性変化</u>	-----	11
□ <u>純鉄系と快削鋼・冷間圧延鋼の場合</u>	-----	11
□ <u>特殊合金・特殊鋼の場合</u>	-----	13
3. 焼鈍・磁気焼鈍の熱処理事例	-----	14
■ <u>パーマロイの磁気焼鈍処理</u>	-----	14
■ <u>純鉄の磁気焼鈍処理</u>	-----	15
■ <u>電磁鋼板の磁気焼鈍処理</u>	-----	16
■ <u>パーメンジュールの磁気焼鈍処理</u>	-----	17
■ <u>電磁ステンレスの磁気焼鈍処理</u>	-----	18
■ <u>ステンレスの応力除去焼鈍</u>	-----	19
■ <u>ハステロイの応力除去焼鈍</u>	-----	20
■ <u>銅ガスケットの焼きなまし</u>	-----	21
■ <u>真鍮の焼きなまし</u>	-----	22
■ <u>アルミニウムの応力除去焼鈍</u>	-----	23
■ <u>アモルファス合金の熱処理</u>	-----	24
4. 保有設備	-----	25
5. 会社概要	-----	26

1. 焼鈍の基礎

■ 焼鈍とは

焼鈍は別名、焼きなましとも呼ばれる熱処理の一つです。

焼鈍は、金属材料の内部応力を除去し、組織を均一化して機械的特性を改善するために行う熱処理です。

もう少し具体的にいうと、焼鈍の目的は大きく下記の4つがあります。

①内部応力の除去

金属の加工や冷間加工によって発生する内部応力を除去します。内部応力が残ると、製品の変形や割れの原因となります。

②組織の均一化

加熱と徐冷によって金属内部の結晶構造を均一化し、材料の機械的特性を改善します。これにより、材料の均一性が向上し、加工精度が高まります。

③硬さと脆さの低減

金属の硬さや脆さを低減し、延性や靱性を向上させます。これにより、後の加工が容易になり、最終製品の性能が向上します。

④冷間加工後の再結晶化

冷間加工によって硬化した金属を再結晶化させ、元の延性を取り戻すことができます。

この熱処理は、金属を一定の温度まで加熱し、その後徐々に冷却するプロセスを含みます。



1. 焼鈍の基礎

■ 焼鈍のプロセス

焼鈍のプロセスは以下のステップで行われます。

①加熱

金属を特定の温度（再結晶温度以上）に加熱します。この温度は、金属の種類や目的によって異なります。例えば、鋼の場合、焼鈍温度はおよそ550～750℃です。

②保持

所定の温度で一定時間保持します。この期間中、金属内部の結晶構造が再編成され、応力が解消されます。保持時間は材料の厚さや焼鈍の目的によって異なります。

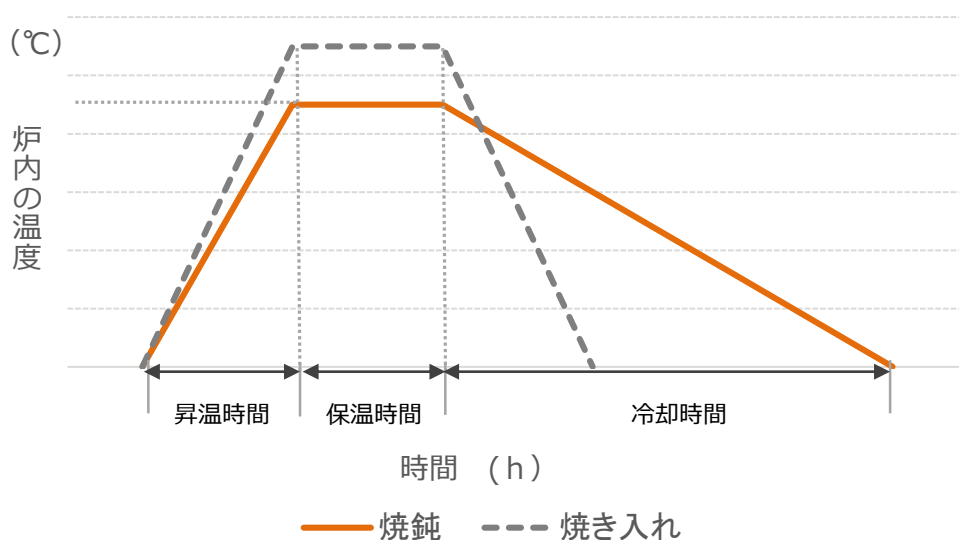
③冷却

加熱後、金属をゆっくりと冷却します。冷却速度も重要で、急速冷却を避けるため、炉内で自然に冷却する方法が一般的です。

焼鈍処理すべてはなによりも「冷却温度」が大切です。炉内でゆっくり冷やす「炉冷」が最重要ポイントになります。

また、炉から取り出す温度も重要で、この冷却に関しても、サーマル化工では永年の経験とノウハウがあります。

焼鈍と焼き入れの温度と時間の関係



1. 焼鈍の基礎

■ 焼鈍の種類

呼称	目的	主な材質	処理温度
低温焼きなまし	冷間加工した材料の結晶歪みを再結晶化（元に戻すこと）させ、元の硬度に近づける熱処理。 O材（オー材）と表記されます。	銅・真鍮	180℃～
テンパー処理	固溶化処理後の冷間圧延などで加工硬化した部品のばね特性を改善させることを目的とした熱処理。 304-CSPとばね材の表記があります。	SUS301・ SUS304	300℃～
焼きなまし （非鉄）	冷間加工前に加工応力を除く目的で行われる熱処理。 精密部品を加工する場合は複数回行うこともあります。 アルミニウム合金は炉冷速度と温度が指定されます。	A1100・A5056	350℃
		A6063	420℃～
焼きなまし （鉄・鋼）	冷間加工した材料の歪みを受けて不規則になった結晶粒を再配列し、より均一化させることが出来る熱処理。 この再配列する温度を再結晶化温度といいます。	純鉄・低炭素鋼	600℃～
完全焼きなまし	冷間加工後に歪んだ結晶を高温で再結晶化する熱処理。 処理後は材料が軟らかくなるため、取り扱いには細心の注意が必要になります。	快削鋼	800℃～
磁気焼鈍	磁性材料の場合は磁性方向を正す目的で行う熱処理。 処理後は軟らかくなるため、取り扱いには細心の注意が必要です。	純鉄	850℃～
		パーマロイ	1050℃～
応力除去焼鈍	冷間加工による歪みを軽減させ割れ防止などを目的とした熱処理。 難加工材などでは加工途中で数回行うこともあります。 熱処理条件はその部品の目的により決定するため、条件は試作を重ね、双方同意のもとと決定します。	SUS304	900℃～
		ハステロイ	1000℃～
		タングステン	1050℃～
		インコネル	900℃～
固溶化処理	オーステナイト系ステンレス鋼で粒界腐食を防ぐ目的で行う熱処理。 常温でも耐食、耐熱性の特性を保つ処理になります。	SUS310S	1100℃～
球状化処理	工具鋼や軸受け鋼などに必ず行われて市販されている熱処理。長時間の処理が必要なため鋼材メーカーで行っています。	SCM435	750℃～
焼きならし	主に構造用工具鋼で行われる安定化処理。 高炭素鋼に施すため長時間の炉冷が必要となります。	高炭素鋼	850℃～

2. 磁気焼鈍の基礎

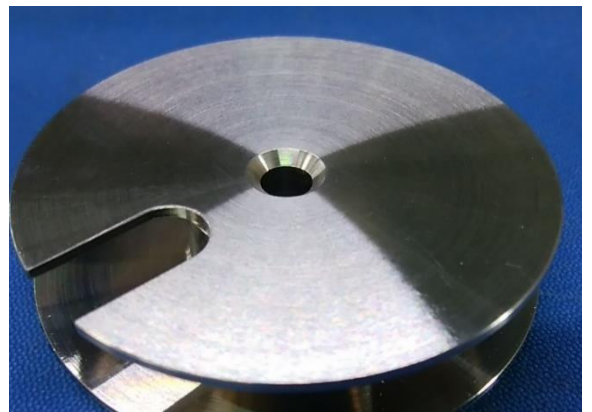
■ 磁気焼鈍とは

磁気焼鈍とは、**加工によって起こった内部歪み（磁化）を元に戻す**ことを目的に行う熱処理です。焼きなましと同じく材料を軟らかくすることが可能です。

応力除去焼鈍処理（見た目に分かる歪みとりなど）に対して、磁気焼鈍処理は全く見た目に変化はありません。

また、硬化処理（焼入れなど）に対して軟化処理（焼きなましなど）は熱処理会社の比率として9：1といわれているくらい、**非常にニッチな熱処理**になります。

磁気焼鈍では、処理温度と冷却時間のバランスをとることが重要で、変形や溶着を防ぐ手法を用いる必要があります。



2. 磁気焼鈍の基礎

■ 磁気焼鈍の目的

磁気焼鈍は、内部歪み（磁化）を元に戻すことを目的としていますが、それによりさまざまな分野における**電子制御部品の機能を向上させることができます。**

次世代自動車では走行距離や安全性能を上げるための特殊工程として小型化や省電力化が強く要望されています。
特に環境負荷低減には今以上に必要な工程のひとつといえるでしょう。

また、あらゆる製品の電動化が進み始めています。船舶、農機具、そして航空機に至るまでが、電動化の波の影響を受けています。

生活を支えるインフラ設備、次世代通信機器、医療電子機器と高性能かつ高精度、安全で正確な動作を要求する製品には、この磁気焼鈍による機能性の向上はなくてはならないものになっています。

■ 磁気焼鈍の主な用途

磁気焼鈍の主な用途としては、下記が挙げられます。

- ・ 車載用電装部品
- ・ リレー鉄心
- ・ 衝突安全センサー
- ・ EV用部品
- ・ モーター部品
- ・ 電力センサー
- ・ 音響部品
- ・ ダイナミック型
- ・ アーマチュア型のヘッドフォン
- ・ 自動ドアや非接触型カードリーダー
- ・ センサー部品
- ・ 医療電子機器
- ・ 補聴器（音響技術）
- ・ 脳波計（センサー技術）
- ・ 自家発電（省電力センサー）
- ・ 無振動手術台（リニアモーター技術）
- ・ インフラ関連
- ・ スマートメーター（通信式電力、ガスメーター）

2. 磁気焼鈍の基礎

■ 磁性材料とは

磁性材料とは**磁場に対して何らかの反応をする材料**になります。

大きくは「**軟磁性材料**」と「**硬磁性材料**」に分けられます。

軟磁性材料は鉄心、リレー、継鉄など電気を通して磁場中で作動する製品に使用されており、磁心材料ともよばれています。

硬磁性材料とは磁性を帯びると磁化し、本体が強力な磁石となり、永久磁石として使用されます。

軟磁性、硬磁性の呼び名のルーツですが、軟磁性は焼きなましをおこない、不純物をとばすことで特性があがることで使用され、硬磁性は焼き入れをおこなう硬い鋼を用いていたことから、区別されていました。

研究開発が進むにつれ、現在ではこの区別は無関係とわかりました。軟質、硬質の区別は保磁力の大きさで分けられます。

保磁力とは磁化された材料が反対向きの磁場にどれだけ抵抗できるかの数値です。数値が小さいとすぐ反応し、磁場がなくなると反応が無くなります。このことを軟らかいと表現し、保磁力が大きいことを磁氣的に硬いと表現しています。

磁性材料で使用する基本的な値は**磁場、磁束密度、磁化の強さ**の3つになります。



2. 磁気焼鈍の基礎

■ 磁性材料とは（続き）

■ 軟磁性材料の磁化曲線

開始地点 磁場が加えられていない状態を原点0（ゼロ）と表記します。

磁場を加えていくと磁束密度がゼロからaへと進んでいきます。初期磁化曲線とゼロからの直線が交わる点までの傾きを透磁率と呼びます。

透磁率は磁場が浸透するような意味合いで磁化のしやすさの基準となります。

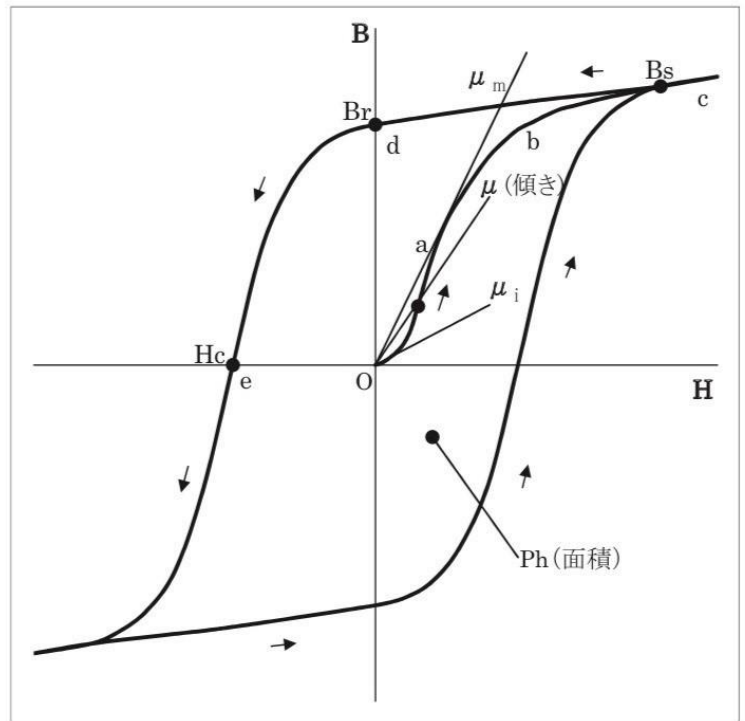
曲線が進み、ここの頂点に達したとき飽和した磁束密度（磁気の流れ）を**飽和磁束密度**といいます。

磁場を少なくし、反対方向（下り）に磁場を増やし、減らし、また正方形（上り）に磁場を増やすと曲線が出来上がります。

これを**ヒステリシスカーブ**とよびます。

このゼロ地点から反対方向（下り）のヒステリシスカーブが横軸で交差する

数値が保磁力となり、保磁力が小さいほどカーブは狭くなります。



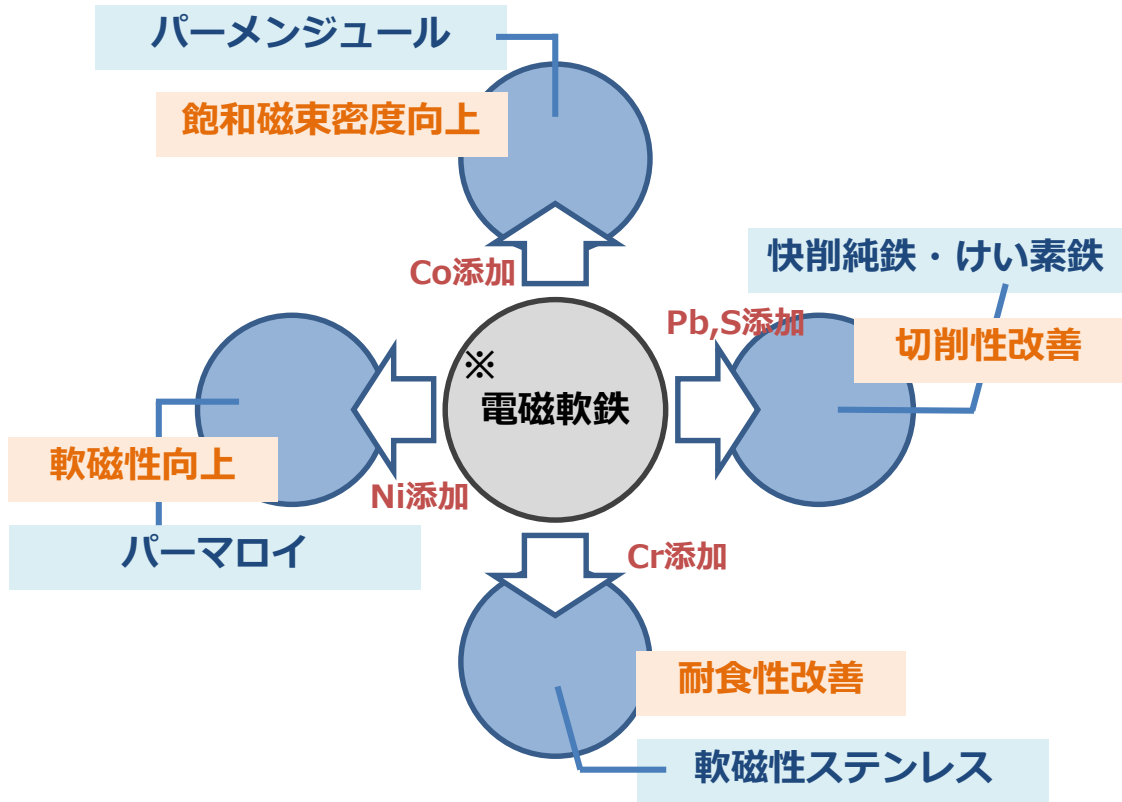
磁束密度B（単位T）：単位面積あたりの磁束を（密度）の値で、磁界の強さ＝「磁束線の密度」のことを「磁束密度」といいます。

透磁率μ（単位H/m）：物質の磁化のしやすさを数値で表わしたもので、磁場で磁化されやすく、取り除くと戻りやすいものが軟磁性材料です。

保磁力H（単位A/m）：残留磁束密度Brをゼロにするのに必要な磁界の強さHを保磁力Hcと呼び、数値が低いと優れた軟磁性材料といえます。

2. 磁気焼鈍の基礎

■ 磁気焼鈍に適している材質



※電磁軟鉄=軟磁性鉄のうち、鉄含有量99.5%以上の高品質な特殊磁性鋼

先ほど解説したように、磁気焼鈍は基本的に磁性材料と呼ばれる磁場に対して何らかの反応をする材料に対して行う熱処理になります。

上記の図は磁性材料マップと呼ばれる、各磁性材料が磁気焼鈍を行うことで、どの特性を向上できるかを簡易的に表している図になります。

上記の図のように、磁気焼鈍に適している材質は主に、**パーマロイ、パーメンジュール、純鉄、ケイ素鉄、電磁ステンレス**などがあります。

目的に合わせて、適切な材質を選定することも重要ですが、あわせて各材料の特性を引き上げる適切な条件での熱処理の実施も重要です。

2. 磁気焼鈍の基礎

■ 軟磁性材料ごとの熱処理後の特性変化

□ 純鉄系と快削鋼・冷間圧延鋼の場合

	磁気焼鈍	加工性	耐摩耗性	寸法精度	応力除去	硬度※
純鉄SUY0種	◎	△	△	要試作	◎	60-80
快削鋼SUM24	△	○	△	△	○	70-80
冷間圧延 SPCC	○	○	△	△	◎	70-80
生材SS400	△	○	○	○	◎	80-90
低炭素鋼 S10C	△	○	○	○	○	80-90
ヘッダー材 SWCH6A	○	○	△	○	○	70-80

上記一覧は加工→完成部品を磁気焼鈍（完全焼きなまし）した場合の一例です。

磁気焼鈍を行った場合の磁気特性は微量の炭素量で異なります。

磁気特性を比べた場合では、
S10C>SS>SUM>SPC>SUYとなりますが、炭素量以外では
Pb（なまり）が影響することもあります。

それ以上に影響を受けるのが**加工時の内部歪み（磁化）外部歪み（応力）酸化、不純物の混入**です。

表面の油分などは前処理で除去可能になりますがその時もタップ穴や曲げ部分の油分が影響することもありますので、脱脂工程には細心の注意をはらっておこなうことが大事な工程となります。

2. 磁気焼鈍の基礎

■ 軟磁性材料ごとの熱処理後の特性変化

□ 純鉄系と快削鋼・冷間圧延鋼の場合（続き）

微量の油分、不純物は水素雰囲気中の磁気焼鈍で還元が同時に行えますので、磁気特性向上には最適の処理と言えます。

処理後の硬度に関しては加工部品の形状により異なりますので硬度を重視する場合は少量の試作を行うことが望ましく、開発品は数量を徐々に増やしていくことで狙いの硬度に設定することが可能です。

また、磁気特性に関しての手法は双方合意のもと決定することとなり、標準条件以外にもその部品、製品に合わせた開発温度条件を試験していくことで最適な特性を得た部品をつくることが可能になります。

磁気特性が想定より下回る結果になっている場合は部品の投入方法に要因がある可能性がございます。

図面指示通りに行っているとしても、前処理、投入方法、雰囲気、冷却方法どれかが一つでも異なると特性が出ないこともあります。

水素雰囲気による磁気焼鈍は決して急がないことが基本です。
そのために24時間の稼働で人の目と経験値、熱処理管理のため、通信式温度記録、通信式ガス管理、安全確認のモニタリングなどデジタルの力を融合させています。

熱処理後は不導体皮膜を失うため非常に錆びやすくなります。
また軟化しているため輸送による打痕キズの発生も考えられます。

見えない衝撃でも磁気特性の劣化につながり、磁気特性劣化の原因になっている場合もあります。

これらの問題を解決するためのご提案を続けていくことで、最適な磁気焼鈍処理が完成いたします。

2. 磁気焼鈍の基礎

■ 軟磁性材料ごとの熱処理後の特性変化

□ 特殊合金、特殊鋼の場合

	磁気焼鈍	加工性	耐食性	寸法・精度	応力除去	磁束密度	透磁率	保磁力
パーメンジュール	◎	△	○	△	○	◎	△	○
電磁ステンレス	○	△	○	△	△	△	△	△
45パーマロイ	◎	△	△	△	◎	○	○	○
78パーマロイ	◎	△	○	△	◎	◎	◎	◎
スーパーマロイ	◎	△	○	△	◎	◎	◎	◎

上記一覧は加工→完成部品を磁気焼鈍（完全焼きなまし）した場合の一例です。

応力除去は完成品手前で応力除去（焼きなまし）を行った場合の効果を示しています。

※難加工材といわれる材質の為、加工性、寸法精度に関してはご相談とさせていただきます。

■ パーメンジュール・純鉄、熱処理後の違い

パーメンジュールとは、Fe-50%Coの合金材料で、磁性材料の中では最も飽和磁束密度が高いのが特徴です（約2.4T）。

パーメンジュールは飽和磁束密度が高いことで部品を小型化することができ、製品の小型化へも繋がります。

製品分野は医療機器、音響機器、モーターの材料として次世代型の製品へも採用も検討されています。

パーメンジュールは水素雰囲気中で磁気焼鈍をおこなうと表面が反応し黒く輝く酸化被膜を覆うことができます。

3. 焼鈍・磁気焼鈍の熱処理事例

■ パーマロイの磁気焼鈍処理



種類	磁気焼鈍
目的	磁気特性の向上
材質	パーマロイ
業界	電子部品・自動車・医療

事例のポイント

こちらはパーマロイの磁気焼鈍熱処理事例です。

Fe-Ni系磁性合金はパーマロイとよばれています。Fe-Ni合金の透磁率が高いことを発見し、その後Fe-Ni合金の熱処理透磁率が非常に高くなることを発見したことから、材質名をPermalloyと命名しました（透磁率 Permeabilityと合金Alloyの合成語）。

現在ではMo、Cu、Cr等を添加した多元系合金も開発され、コイル、磁気回路の磁極片、磁気遮蔽材、高周波減衰器として広く使用されています。

PBパーマロイとして知られるFe-40~50%Niはパーマロイ系としては最も飽和磁束密度が大きく磁気増幅器などに用いられます。PCパーマロイはFe-70~80%Niに、少量の添加元素を含有したものであり、パーマロイの中でも特に高い透磁率を示すことから、各種電磁鉄心、シールド用途として広く使用されています。

当社では、磁気焼鈍でも高温でかつ長時間の処理になるパーマロイの熱処理、その時に起こりうる、溶着、変形を防ぐ処理方法をご提案することが可能です。

3. 焼鈍・磁気焼鈍の熱処理事例

■ 純鉄の磁気焼鈍処理



種類	磁気焼鈍
目的	磁気特性の向上
材質	純鉄・快削鋼・生材・ 低炭素鋼
業界	電子部品・その他

事例のポイント

こちらは純鉄の磁気焼鈍事例になります。

電子部品に使用されているは磁性材料（磁石にくっつく材質）は磁場中では磁力を持ち、それが無くなると元に戻る性質があります。

これを利用したのが電磁石で、多くの電子部品、製品に使用されています。部品加工によって磁化することを、内部歪み（結晶構造が歪むこと）といい、磁力の進む方向が乱れてしまいます。

方向性が乱れるとそのエネルギーが分散され、想定以下の性能しか発揮できなくなります。小さなエネルギーで長時間の使用が求められる電子部品にはこれを正すことが必要になります。

磁気焼鈍は、保磁力をより小さくし、内部歪みを正し、元の結晶構造へ戻す熱処理です。

3. 焼鈍・磁気焼鈍の熱処理事例

■ 電磁鋼板の磁気焼鈍処理



種類	磁気焼鈍
目的	磁気特性の向上
材質	パーメンジュール
業界	電子部品・自動車・その他

事例のポイント

こちらは、電磁鋼板の磁気焼鈍事例になります。

電磁鋼板は、鉄の磁気特性を活かした鋼板で、機能材料としての役割を果たしています。磁性材料は大きく分けて、全方向に同じ磁気特性を持つ「等方性磁石」と、特定の方向で優れた特性を持つ「異方性磁石」があります。

熱処理についてですが、熱処理条件は材質によって大きく異なります。特殊コーティング材料は750℃から800℃の間で、不活性な雰囲気（例えばN2ガス）の中で処理します。

対して、電磁鋼板やケイ素鋼は820℃から870℃の間で、還元性の雰囲気（例えばH2ガス）が望ましいです。ニッケル合金などは900℃から1100℃の間で、同じく還元性の雰囲気が望ましいです。

今回のような電磁鋼板では、保持時間は約3時間で、炉冷は必須条件になります。炉冷時間には指定がある場合もあります。

3. 焼鈍・磁気焼鈍の熱処理事例

■パーメンジュールの磁気焼鈍処理



種類	磁気焼鈍
目的	磁気特性の向上
材質	パーメンジュール
業界	電子部品・通信機器・医療 ・電化製品

事例のポイント

こちらの製品は、パーメンジュールの磁気焼鈍事例になります。

パーメンジュールは鉄とコバルトを1:1の割合で混合した合金です。49Fe-49Co-2Vは軟鉄強磁性合金で、高い磁束飽和密度が特長です。※磁束密度が高いとは、面積あたりの磁力が強いことを意味します。こ

れにより、小さな部品で大きな力を発揮し、製品の小型化に貢献できます。実際、パーメンジュールは電磁石の鉄心、音響スピーカー、医療用リニアパルスモーターなどに使用されています。

磁気焼鈍を行うことで、電子制御部品の機能を向上させることができます。具体的には、磁気焼鈍を行うことで、蓄積された電気を無駄なく使うことができるようになります。

最近では、モーターの駆動部品としての開発が活発に行われ、研究開発から試作、量産に至るまで、多くの熱処理の依頼をいただいております。

3. 焼鈍・磁気焼鈍の熱処理事例

■ 電磁ステンレスの磁気焼鈍



種類	磁気焼鈍
目的	磁気特性の向上
材質	ステンレス
業界	電子部品・自動車

事例のポイント

こちらは電磁ステンレスを磁気焼鈍した熱処理事例です。

電磁ステンレス鋼はクロムを10~20%含むフェライト系ステンレス鋼をベースとしてシリコンやアルミニウム等を適量添加することにより安定した磁気特性や高固有抵抗を得られる材質です。

用途は非常に広範囲で、軟磁性材料として使用されるため応答性が良く、少ない電力で高い駆動力が得られる材料です。

具体的には低保磁力、高磁束密度、高透磁率が代表的な要求される磁気特性になります。特に保磁力は磁場の変化に対する材料の磁化の追随性を示すもので、アクチュエータの応答性に関わる重要な特性のひとつです。

なお、磁気特性は切削加工時の加工歪の影響を受け低下するため、部品加工後に磁気特性回復を目的とした磁気焼鈍を行うことが一般的になります。

3. 焼鈍・磁気焼鈍の熱処理事例

■ ステンレスの応力除去焼鈍



種類	応力除去焼鈍
目的	応力歪みの緩和・除去
材質	ステンレス
業界	半導体・自動車・医療・工具

事例のポイント

こちらはステンレスの応力除去焼鈍を行った熱処理事例です。

オーステナイト系ステンレスは耐食性を主眼とした目的でつくられ、最も多用されている鋼種です。

耐食性を常温でも維持するため一般的には固溶化熱処理を行いますが、硬度が母材の半分以下になり、伸び率も上がるため、精度の高い製品加工の工程を困難にしてしまう可能性があります。

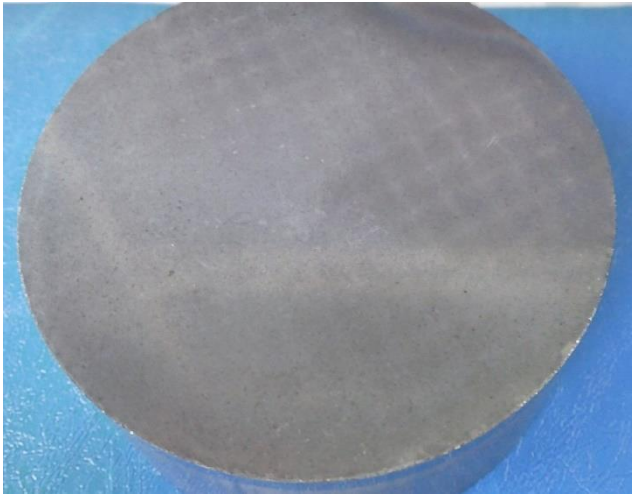
しかし、このような問題は応力除去焼鈍を行うことで解決することができます。

固溶化温度よりやや低い応力除去焼鈍処理を行うことで、内部応力の緩和や要求されている精度、平坦度を実現します。

製品によっては加工途中に複数回の応力除去焼鈍を加える場合もあり、特に高クロム高ニッケル材では必要とされる熱処理になります。

3. 焼鈍・磁気焼鈍の熱処理事例

■ハステロイの応力除去焼鈍



種類	応力除去焼鈍
目的	応力歪みの緩和・除去
材質	ハステロイ
業界	半導体

事例のポイント

こちらはハステロイ（ALLOY22）の応力除去焼鈍を行った事例です。

ハステロイは高ニッケル、高クロム、モリブデン合金でタングステンも含有しています。

特に腐食に強く、酸化酸や酸化条件下での耐腐食性は大変優れている合金です。ただし、難加工材と呼ばれるハステロイを製品化するのはその通り困難を要します。

そのため、加工途中で応力を除去する応力除去が施されることがあります。熱処理により応力が解放され安定化が見込めるため、精度の高い加工で仕上げるのが可能です。

部品精度によっては、複数回の応力除去を行うこともあります。サイズは最大でφ500程度まで対応可能です。

3. 焼鈍・磁気焼鈍の熱処理事例

■銅ガスケットの焼きなまし



種類	焼きなまし
目的	内部の軟化
材質	銅
業界	その他

事例のポイント

こちらは、銅のガスケットを焼きなました熱処理事例です。

銅は貴金属の中でも最も使用されている非鉄金属です。特に耐熱性、加工精度の高さ、収縮性などの特性から、幅広い分野での取り扱いがあります。

その中でも焼きなましをした銅は、特に自動車関連ではガスケット、パッキン、リベットといった部品で使用されます。

加工すると目的以上に硬化するため、熱処理により軟化させることを求められます。焼きなまし（焼鈍）は金属熱処理類全ての材質で行われます。

熱処理用語ですと複数の名称があるため混乱してしまいますが、焼き戻し、調質、応力除去、磁気焼鈍、固溶化など、これらは熱処理によって軟化するため、焼きなまし（焼鈍）になります。

組織や結晶構造、合金化の意味合いが違うため分けられています。銅の場合は低温焼きなましと呼ばれ、熱処理の中では180℃～400℃程度で処理を行います。

3. 焼鈍・磁気焼鈍の熱処理事例

■ 真鍮の焼きなまし



種類	焼きなまし・応力除去焼鈍
目的	応力歪みの緩和・除去
材質	その他
業界	電子部品・インフラ

事例のポイント

こちらは真鍮を熱処理した事例になります。

銅一亜鉛合金である真鍮（黄銅）は七三黄銅、六四黄銅があります。

七三は伸びも大きく強さもあるので管楽器や装飾品 六四（銅と亜鉛の比率が6：4である真鍮）は引っ張り強さがあるため加工しやすく、パイプ、棒、ネジ、リベット、電子部品のコネクタ、電気部品まで数多くの加工部品となっています。

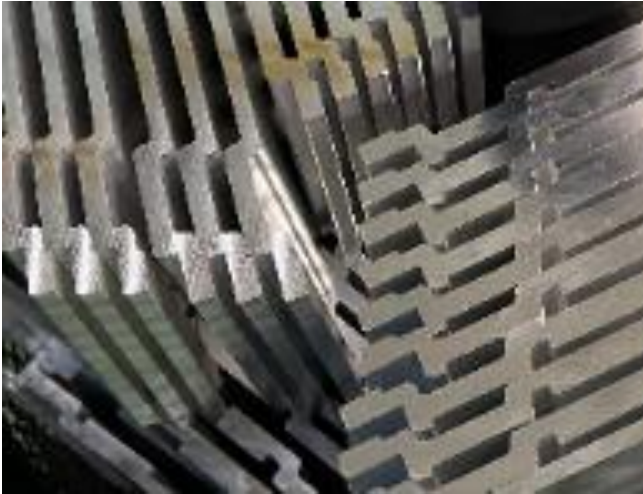
ただし、冷間加工のままの加工部品は使用中または保管中に割れる置き割れ（時期割れ）が発生する可能性がある点には注意が必要です。これは弾力的な内部応力の残留が原因で、特に棒やパイプなどの引抜加工部品では発生しやすくなります。

また、加工内部応力のなかにアンモニアなどの成分が要因で割れを起こしてしまう場合もあり、これらには応力除去焼鈍を施す必要があります。

部品の目的により、リベットや圧着端子などは完全焼きなましを行います。

3. 焼鈍・磁気焼鈍の熱処理事例

■ アルミニウムの応力除去焼鈍



種類	応力除去焼鈍
目的	応力歪みの緩和・除去
材質	アルミニウム
業界	光学機器

事例のポイント

こちらは、A6063を応力除去焼鈍した熱処理事例です。

A6063はマグネシウムとケイ素を添加したAl-Mg-Si系合金のアルミニウムです。この合金は加工性が良く、耐食性にも優れ、押出し加工性も高い特性を持ち合わせています。

今回はそのようなA6063を応力除去焼鈍を行うことで、最終仕上げ前の高精度加工を実現しました。焼鈍の温度は390～420℃、保持時間は長めに設け、ゆっくりと冷却する（炉冷）ことで加工性を高めることができます。

熱処理 水素還元技術ナビでは、このようなアルミニウムの熱処理、また応力除去焼鈍についても、多数実績がございます（※T6処理については可能な場合とそうでない場合もございます）。

3. 焼鈍・磁気焼鈍の熱処理事例

■アモルファス合金の熱処理



種類	磁気焼鈍
目的	磁気特性の向上
材質	アモルファス合金
業界	その他

事例のポイント

こちらは、アモルファス合金の不活性ガスによる雰囲気熱処理の事例になります。

アモルファス合金のアモルファスとは、原子や分子が不規則に密集している状態のことを指します。

特に、アモルファス合金の組成には以下のものがあります：「Fe、Co、Niなどの3d強磁性遷移元素」と「Si、Bなどのガラス化元素」はリボンや細線に、「Fe、Co、Niなどの3d強磁性遷移元素」と「Zr、Ti、Nb、Taなどの遷移金属」は薄膜形成に使用されます。

良好な軟磁性を持ち（磁場によって磁化されやすく、取り除かれると元に戻りやすい性質）結晶の転移が存在しないため、境界の動きが滑らかかつ、保磁力が小さく、透磁率が高いという特性を持ち合わせています。

機械的性質としては、引張り強度が高く、靱性硬度も高いため、穴あけなどの加工が非常に困難とされています。

そのため、熱処理による加工性の向上が重要です。一般的な熱処理としては、不活性ガス雰囲気中で約400℃で1～2時間保持することが多いです。

4. 保有設備

■ 炉・熱処理設備

設備概要	メーカー	スペック	台数
ピット型電気炉	大隅加熱	500φ×500L	12基
自動焼入炉	日新化熱	250H×250W×250D	1基
乾燥炉	いすゞ製作所	274ℓ	1基
低温雰囲気炉	日新化熱	400φ×450L	1基
連続炉	新山崎電機	100H×170W	1基
洗浄装置	-	-	1式
純水素精製装置	田中マッセイ	-	1式
水素精製装置	-	-	1式
試験炉	大隅化熱	-	1式

■ 検査設備

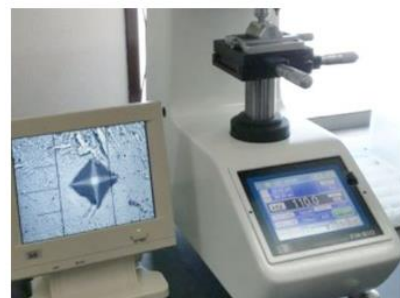
設備概要	メーカー	台数
自動計測方法保磁力計(K-HC 1000)	東北特殊鋼	1台
ロックウェル硬度計	三沢製作所	1台
ロックウェル硬度計	OFFICINE GALIEO MILANO	1台
ピッカース硬度計(MVK-G1)	明石製作所	1台
ピッカース硬度計(MVK-D)	明石製作所	1台
ショア硬度計	新山崎電機	1台



ピット型電気炉



光輝連続焼鈍炉



マイクロピッカース

5. 会社概要

社名	サーマル化工株式会社
電話番号	048-421-4880
IP番号	050-3417-6966
FAX番号	048-421-4881
所在地	〒335-0036 埼玉県戸田市早瀬1-18-3
アクセス	JR埼京線戸田駅から国際興業バス[蕨54]下笹目行に 乗車し、「戸田競艇場入口」で下車。 バス停から徒歩2分
創立	昭和42年2月16日
資本金	1,000万円（平成16年4月現在）
代表者	代表取締役 石井孝徳
社員数	10名
特許	第1123252号
事業内容	<ul style="list-style-type: none">•磁気焼鈍（純鉄 ELCH2 パーマロイ PB-12 パーメン ジュール VACOFLEX18）•固溶化（ステンレス全般 MA-22 カーペンター）•無酸化焼鈍（なまし、軟化処理）•光輝焼鈍（非鉄・アルミ）•時効硬化処理・析出硬化処理（インコネル718 750 X）•低温焼鈍（SUS301-CSP SUS304-CSP）•無酸化焼き入れ焼き戻し（SUS420J2 SUS440C）

5. 会社概要

納入実績	<p>【品質・環境・工程管理監査 認定企業】</p> <p>パナソニックデバイス帯広株式会社 三菱マテリアルトレーディング株式会社 エプソンアトミックス株式会社 ソニーグローバルマニュファクチャリング&オペレーションズ株式会社 日本航空電子工業株式会社 大崎電気工業株式会社 リコーインダストリアルソリューションズ株式会社</p> <p>【研究・開発取引実績】</p> <p>株式会社豊田中央研究所 株式会社神戸製鋼所 株式会社コベルコ科研 日本高周波鋼業株式会社 オムロン株式会社 株式会社村田製作所 JFEスチール株式会社 JFEテクノリサーチ株式会社 DOWAメタニクス株式会社 三井金属鉱業株式会社 ポップリベットファスナー株式会社 パナソニック株式会社 日本発条株式会社 株式会社本田研究所 株式会社日立研究所 株式会社AGC 国立研究開発法人物質・材料研究機構（NIMS） 株式会社ミライズ テクノロジーズ</p>
------	---

会社名

サーマル化工株式会社

本社

〒335-0036 埼玉県戸田市早瀬1-18-3
お問合せ：048-421-4880

コーポレートサイト



<https://www.sa-marukakou.com/>

熱処理・水素還元技術ナビ



<https://h2-annealing.com/>