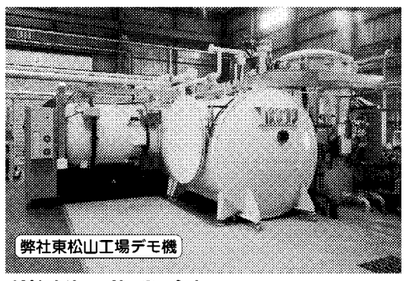
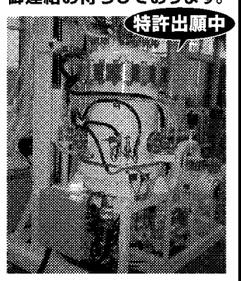
新しい熱処理スタイルを提案して…インライン量産設備実績No.1
ECM TECHNOLOGIES
ICBP
低圧浸炭熱処理装置
CO2排出削減、温暖化防止に貢献します。

弊社東松山工場デモ機
■適用部品
◎変速機各種ギア　◎各種シャフト
◎動力伝達機構部品　◎エンジン部品
◎CVT部品

パーカー熱処理工業株式会社
PARKER NETSUSHORI KOGYO CO.,LTD.
本　社／東京都中央区日本橋2-16-8 〒103-0027 ☎03-3278-4550(代) http://www.pnk.co.jp
営　業　部／☎044-276-1671　大阪営業所／☎06-6339-5088
名古屋営業所／☎0561-53-5265　浜松出張所／☎053-442-3505
宇都宮出張所／☎028-660-2105　東松山工場／☎0493-56-4341

竪型真空・加圧・脱脂焼結炉
CAVAC
クリーン・ATMO・シンター
超硬合金・非酸化物系セラミックス・各種金属焼成に
無料テスト受付中
永田、金沢、長谷川が御連絡お待ちしております。
特許出願中
特徴1 省エネルギー&多用途
特徴2 クリーン
特徴3 効率的な冷却&作業性
タイトボックスレス構造かつ竪型構造により炉内の加熱負荷を低減。また冷却効率アップにより省エネルギーを実現。
真空から高圧（0.9MPa）まで広範囲に圧力設定でき、炉内温度も1800℃まで設定可能。
炉内ダイレクト排気で炉内汚染なしを実現。
さまざまな材料の処理が実現可能です。

TOUNETSU 株式会社トウネツ
〒418-0007 静岡県富士宮市外神東町16
TEL.0544-59-0611 FAX.0544-59-0612
http://www.globaltounetsu.com/jp

品質・コスト・環境面で期待される

真空熱処理技術

大型のダイカスト金型、プレス金型、自動車の重要部品に対して、表面の清浄性、光輝性などの表面品質に優れた真空熱処理技術の利用が進んでいる。通常の熱処理では、高温状態を保持するため表面酸化の問題が避けられないが、真空は無酸化熱処理としては最も優れた雰囲気である。環境面においても、雰囲気のためのガスの使用量が少ない、排出される二酸化炭素量が少ない、さらに熱効率が良い、作業者に優しいクリーンな作業環境であるなど、地球温暖化対策にも優れる熱処理技術として効果が期待されている。

産業技術総合研究所
先進製造プロセス研究部門
基盤的加工研究グループ長
岡根　利光

低圧冷却ガスで最大消費電力抑制

・真空熱処理の現状と今後

真空熱処理は従来の雰囲気熱処理や塩浴熱処理に比べて特に光輝性に優れている。通常は1―0・001ﾊﾟｽｶﾙで処理されているが、真空度が高いと脱炭など脱元素反応が生じ、逆に低過ぎると酸化によって着色が生じる。処理としては、焼き入れ、焼き戻し、焼き鈍しの他、ろう付け、ステンレス鋼の固溶化処理、焼結なども行われる。

真空炉には立型と横型があり、予熱、加熱、冷却を1室で実施したり、2室、あるいは3室で行ったりする炉がある。**図1**は1室の加圧ガス冷却真空炉の例を示したものである。

冷却方式の違いによって、加熱と別室で油冷を行う真空油焼き入れ炉、加圧された窒素ガスを強力なファンで循環させ、急速冷却を行う加圧ガス冷却真空炉が用いられている。加圧ガス冷却型では、焼き入れ油を使わないことから、初期冷却や耐環境性にも優れており、金型や工具の焼き入れに用いられている。しかしながら、ガス冷却は一般的に冷却速度が遅く、現在のところ適用鋼種としては焼き入れ性の良いダイス鋼（SKD系）、高速度鋼（SKH系）の鋼種にほぼ限定されている。通常のガス圧では冷却速度が遅く、焼き入れが不十分な炭素工具鋼（SK材）、合金工具鋼（SKS材）などは現状においては、真空油焼き入れ炉を用いて処理されている。

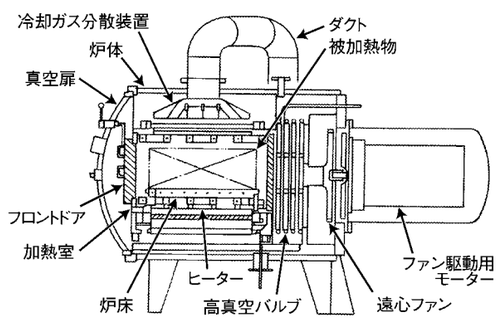


図1　加圧ガス冷却真空炉の構造
日本熱処理技術協会著「熱処理技術入門」（1997．大河出版）

冷却速度アップのために、ガス種類の変更や、圧力を高めることによって対応は可能である。高圧ガスに対する規制の緩い海外では3ﾒｶﾞﾊﾟｽｶﾙ（約30気圧）にも加圧されたガス冷却炉が稼働しているが、国内では1ﾒｶﾞﾊﾟｽｶﾙ以上の高圧ガスによる冷却は現実的ではない。そのため、1ﾒｶﾞﾊﾟｽｶﾙを超えない圧力で効率よく冷却するための技術開発が進められている。

新しい冷却システムを採用して高速のガス冷却を実現した一例として、「エンジンによる冷却ファン駆動式真空熱処理炉」が挙げられる。膨大な冷却エネルギーを必要とする焼き入れ時に、一挙に導入した低圧冷却ガスを、エンジン駆動の大型ファンで被熱処理物に均等に吹きつけ、高速で循環させるシステムを最大の特徴としている。このことによって、真空熱処理炉として最大消費電力を抑え、かつ高圧ガス規制をクリアしている。

450ﾐﾘ×450ﾐﾘ×16ﾐﾘの冷却速度が得られ、場所によらず硬さはロックウェル硬さ（HRC）60前後、衝撃吸収エネルギーも5・6ｼﾞｭｰﾙであった。組織観察結果も強度を持つベイナイトとなって熱処理条件と対応しており、ガス冷却焼き入れによって厚さ16ﾐﾘﾒｰﾄﾙのSKS3試験片に対しても中心部まで焼き入れが可能であったことが分かる。特に従来ガス冷却では困難とされていた同16ﾐﾘﾒｰﾄﾙのSKS3材の焼き入れが可能であることを示されている。

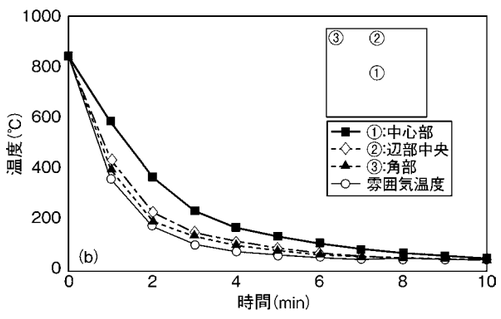


図2　SKS3　450×450ｔ16試験片の冷却曲線
日刊工業新聞社「型技術」第25巻第9号（2010.9）

角、厚さ16ﾐﾘﾒｰﾄﾙで鋼種がSKS3の板状試験片のガス圧0・6ﾒｶﾞﾊﾟｽｶﾙにおける冷却曲線を**図2**に示す。650―500度Cでの冷却速度は、おおよそ測定個所によって毎分450（角部）―250（中心部）度Cの冷却速度が得られ、場所によらず硬さはロックウェル硬さ（HRC）60前後、衝撃吸収エネルギーも5・6ｼﾞｭｰﾙであった。組織観察結果も強度を持つベイナイトとなって熱処理条件と対応しており、ガス冷却焼き入れによって厚さ16ﾐﾘﾒｰﾄﾙのSKS3試験片に対しても中心部まで焼き入れが可能であったことが分かる。特に従来ガス冷却では困難とされていた同16ﾐﾘﾒｰﾄﾙのSKS3材の焼き入れが可能であることを示されている。

二酸化炭素発生問題なし

・真空浸炭の現状と今後

真空浸炭は一度炉内を真空にして加熱したのち、直接メタン、プロパン、アセチレンガスなどの浸炭性ガスを送入する。高温においてガスを直接金属と接触させることによって浸炭が行われる。その後再び真空に減圧して温度制御しながら拡散処理を行う。

従来のガス浸炭に比べて、粒界酸化がなく、細穴の内面への浸炭やステンレス鋼への浸炭、高濃度浸炭ができるなど、品質面で優れた効果がある。

ガス浸炭は一酸化炭素をキャリアガスとして、これにプロパンやブタンを添加し、カーボンポテンシャルを調整しながらガスを流して浸炭を行う。このため、キャリアガスの処理によって二酸化炭素が作業中に発生し続けたり、ガスの使用量が多くなったりするなどの課題があった。

真空浸炭ではキャリアガスを使わず浸炭時のみガスを挿入するため、上述の二酸化炭素発生の問題がなくガス使用量も少ない。さらに①短時間で処理温度まで加熱可能②処理温度を高くして浸炭時間の短縮化が可能③被処理物がないときは炉を完全に停止する間欠運転が可能④真空断熱によって熱効率、作業環境が良い―など環境面、省エネルギーの面での優れたメリットがある。**図3**に浸炭時間と深さの関係を示す。

高温処理によって結晶粒の粗大化や熱処理後の変形量が大きくなること、浸炭ガスからの大量のすすの発生などの課題があった。しかし処理条件の調整、新たな浸炭ガスの開発など技術の進展によって解決が図られており、今後一層の利用拡大が期待されている。

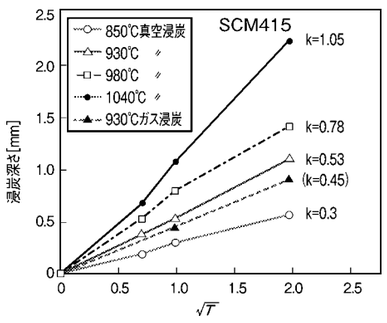


図3　浸炭時間と深さの関係
不二越熱処理研究会著「新・知りたい熱処理」（ジャパンマシニスト社）

金属材料の浸炭可能

・プラズマ浸炭の現状と今後

プラズマ浸炭はイオン浸炭とも呼ばれる。被処理物を陰極とし、放電電極との間でグロー放電によって炭素イオンを加速、被処理物の表面に衝突させることで、炭素を侵入させる浸炭処理をいう。

炉内を1―0・1ﾊﾟｽｶﾙに減圧し、被処理物を加熱後に水素を導入して表面を清浄化する。一定時間予熱したのち微量のプロパンなどの炭化水素系のガスを炉内へ導入し、グロー放電によって浸炭を行う。浸炭後窒素ガスによって拡散、さらに均熱処理後焼き入れを行う。

プラズマの効果による表面の活性化、電圧・電流の制御によってプラズマをコントロールして炭素浸入制御が可能などの特徴がある。処界酸化がなく表面は清浄で光輝性が高い、浸炭時間が短い、高濃度浸炭が可能といった長所のほか、ステンレス鋼やチタンなど従来の方法では難しい金属材料の浸炭が可能である。例えば航空機などに用いられるチタン合金製ボルト、ステンレスボルトなどでは、強度や耐食性を落とさずに耐焼き付き性、耐かじり性能の向上を図ることができる。

一方、設備費が高いという課題もあり、装置の低価格化、量産への対応によって普及が進むものと考えられる。

窒化層の組成を制御

・プラズマ窒化の現状と今後

プラズマ窒化はイオン窒化とも呼ばれる。アンモニアや窒素と水素の混合ガスの雰囲気下で、被処理物を陰極、炉体を陽極として数百ﾎﾞﾙﾄの直流電圧のグロー放電を実施。これでイオン化した窒素を被処理物の表面に衝突させ、浸入・拡散させることによって行う窒化処理である。

品質についてはガス窒化ではガスの流れによって窒化が不均一になりやすい傾向がある。しかしプラズマ窒化では、グロー放電で処理物全面が覆われることによってスリットや小穴の表面、あるいは長尺物や重量物に対しても均一性の高い窒化が行える。ステンレス鋼、高マンガン鋼など表面に不導体皮膜を作りやすい鋼種においても容易に処理ができる。

窒化では窒素が拡散によって鋼に浸入するとともにその表面に窒化層を生成する。プラズマ窒化では窒化層も緻密でその組成を制御することができる。**図4**は雰囲気として窒素と水素の混合比率と拡散層および生成する窒化層の組成と厚さの関係を示す。ガス混合比率を変えることによってε（Fe4N）の生成量が調整できる。靱性に富んだγを多くして耐衝撃性を向上させたり、εを厚くすることによって耐摩耗性や耐食性を向上させたりするなど、用途に応じて調整することが可能である。このような特徴から自動車部品、プラスチック射出成形部品、ダイカスト金型、熱間鍛造金型、切削工具などに対して、幅広く利用されている。

環境面においても①ガスの消費量が少ない②アンモニアや窒素と水素の混合ガスで窒化が可能で無公害③ガス窒化と比較して2―2・5倍の速度で窒化が進むため短時間で目的とする窒化層が得られる④比較的低温処理が可能―などの長所がある。

プラズマ窒化は設備費が高価だったり、被処理物の挿入密度の制限から大量処理が困難だったりするなど、課題があるものの、多くの優れた特徴を持ち、開発と利用が今後も進むことが期待される。

参考　加工技術データベースhttp://www.monozukuri.org/

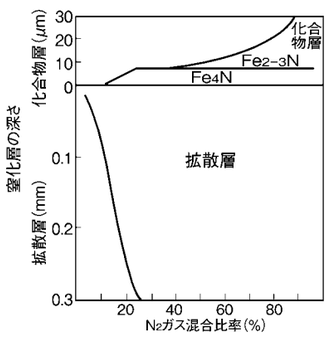
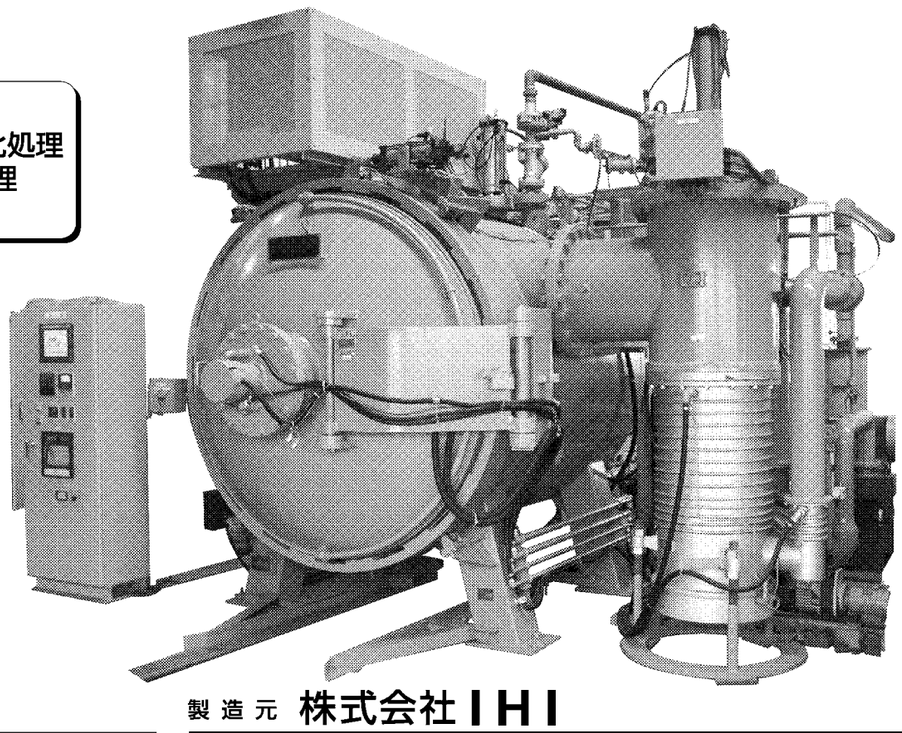


図4　ガス混合比率と生成窒化層の関係
日本熱処理技術協会編「熱処理技術便覧」（日刊工業新聞社）

高温・圧真空炉用ファン
2000℃までOK。
炭素繊維複合材

貴社の既存ファンに合わせて、設計・製作も致します。
Tainetsu
営業品目
炉内撹拌ファン　耐熱熱風循環ファン　排熱用ファン
株式会社 タイネツ
〒338-0835 さいたま市桜区道場709-24 浦和工業団地内
☎048-854-3381(代) FAX048-853-8996
URL http://www.tainetsu.co.jp/　E-mail tainetsu@tainetsu.co.jp

IHI 世界に通用する信頼のブランド
真空熱処理炉
世界最高・最先端の技術で貴社をサポートします。
用途
焼入、焼戻、溶体化処理
時効処理、磁性処理
焼鈍、ろう付

■新工法の相談 何でも承ります。
URL http://www.okaya.co.jp/
E-mail : kamiyays@okaya.co.jp
製造元 株式会社IHI
代理店 岡谷鋼機株式會社
【メカトロ本部　工業炉チーム】
東京本店 〒163-1063 東京都新宿区西新宿3-7-1 ☎(03)5323-3295(ダイヤルイン)
名古屋本店 〒460-0008 名古屋市中区栄2-4-18 ☎(052)204-8288(ダイヤルイン)
大阪店 〒550-0013 大阪市西区新町1-27-5 ☎(06)6541-6971(ダイヤルイン)

表面改質展2011
小間No.H-111
熱処理の内製化により
短納期対応
最適な熱処理条件による
品質向上
差別化を実現。
NVF-30P
全ての機能を備えた
小型真空熱処理炉

炉内温度：1,300℃ MAX
電気容量：25KW
処理量：30kg/グロス
炉内寸法：200巾×200高×300長
※熱処理炉試作・テストに応じます。
金型・金属部品の真空熱処理・TiC・CVDコーティング各種、受託加工も承っております。
自社製
CVDコーティング装置
真空熱処理炉にて
受託加工、承ります。
中日本炉工業株式会社 0120-38-5141
本社・工場 〒490-1203 愛知県あま市木折 TEL〈052〉444-5141 FAX〈052〉444-1917
熱処理事業部 TEL〈052〉444-7561
ISO 9001 REGISTERED FIRM
http://www.nakanihon-ro.co.jp　info@nakanihon-ro.co.jp