

## 眞空熱處理와 新技術(III)

## Vacuum Heat Treatment and New Technology

오강구

한국중합기계공업로사업부

## V 最近의 設備動向과 新技術

## 1. 新素材와 工業爐

## 1.1. 개요

新素材에 關係된 技術은 첨단技術의 一分野로서 今後의 發展이 期待되는 바, 各企業·研究機關에서 活潑한 研究開發이 進行되고 있다.

그중에서도 커다란 發展이 豫見되는 新素材로서, 高性能性高分子材料·FINE CERAMICS·新金屬材料·複合材料가 있다. 이러한 新素材의 機能에 대하여 그림 1에 표시한다.

從來, 工業爐는 既存素材에 있어서, 주로 金屬材料和 無機材料의 分野에서 發展을 하여왔지만 각각의 分野의 新素材의 開發이 進척되어서 FINE CERAMICS·新金屬材料·複合材料 等に 必要한 새로운 工業爐가 要求되게 되었다.

이번에 그중에서도 주로 FINE CERAMICS分野에 使用되는 工業爐에 관하여 報告한다.

## 1.2. FINE CERAMICS用 高溫燒結爐

FINE CERAMIS製造工程에 있어서, 高溫에 있어서의 燒結工程은 특별히 重要한 要素이고, 各種의 燒結方法이 開發되고 있다. 표 1에 各種燒結方法을 表示한다. 또, 표 2에는 代表的인 構造用 CERAMICS의 燒結法과, 機械의 諸特性的의 關係를 表示한다.

## 1.3. 平常壓霧圍氣高溫燒結爐

寫眞 1에 構型常壓燒結爐의 一例를 보인다. 爐內霧圍氣를 眞空置換한 後, 大氣壓領域에서 燒結을 行하는 것인데 下記의 仕樣의 것까지 實用化되어 있다.

有效爐耐寸法: 1100 mmW×550 mmH×1100 mmL

最高使用溫度: 2700°C

## 1.4. 霧圍氣加壓燒結爐

주로 窒化ケイ素(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)의 GAS壓燒結에 많이 이용되고 있다. 處理材의 形狀으로부터 橫型, 설치형(TOP LOADING型 BOTTOM LOADING型)이 있다.

## 1. 橫型霧圍氣加壓燒結爐

寫眞 2에 橫型GAS壓燒結爐으로 一例를 표시한다. 이 爐는 특히 긴 尺物의 燒結用으로 製作되었다.

有效爐內寸法: 500 mmW×300 mmH×250 mmL

最高使用溫度: 1850°C

爐內壓力: Vac. ~9.9 kg/cm<sup>2</sup>

## 2. TOP LOADING型霧圍氣加壓燒結爐

寫眞 3의 경우에 그 一例를 표시한다. 處理材料가 비 均적 작은 경우에 많이 使用된다.

有效爐內寸法: φ 200 mm×300 mmH

最高使用溫度: 2500°C

爐內壓力: Vac. ~9.9 kg/cm<sup>2</sup>

## 3. BOTTOM LOADING型 霧圍氣加壓燒結爐

寫眞 4에 그 一例를 표시한다. 處理材料가 比較的 큰 경우에 使用되고 있고 下記치수의 물건까지 使用화 되

고 있다.

有效爐內寸法：φ 500 mm×700 mmH

最高使用溫度：2600℃

爐內壓力：Wac. ~9.9 kg/cm<sup>2</sup>

1.5. 3 高庄雰圍氣加壓燒結爐

壓力을 높게하면, 處理材의 熱分解溫度, 揮發溫度가 높게 된다. 그 結果 燒結溫度를 높게 할수가 있고 機密한 燒結材를 얻을 수가 있다. 이것을 利用한 方法이 가

스壓燒結(GAS Pressure Sintering)이다.

一般적으로는 使用者측의 製造認可가 不必要하게 2 層 壓力容器에 該當한다. 2 kg/cm<sup>2</sup>~10 kg/cm<sup>2</sup>까지의 加壓 燒結爐가 많이 使用되고 있는데, 한편으로 보다 高密度 燒結을 위해 100 kg/cm<sup>2</sup>까지 加壓 가능한 高壓雰圍氣加壓 燒結爐가 製作되고 있다. 寫眞5에 그 一例를 표시한다.

有效爐內寸수：φ 300 mm×350 mmH

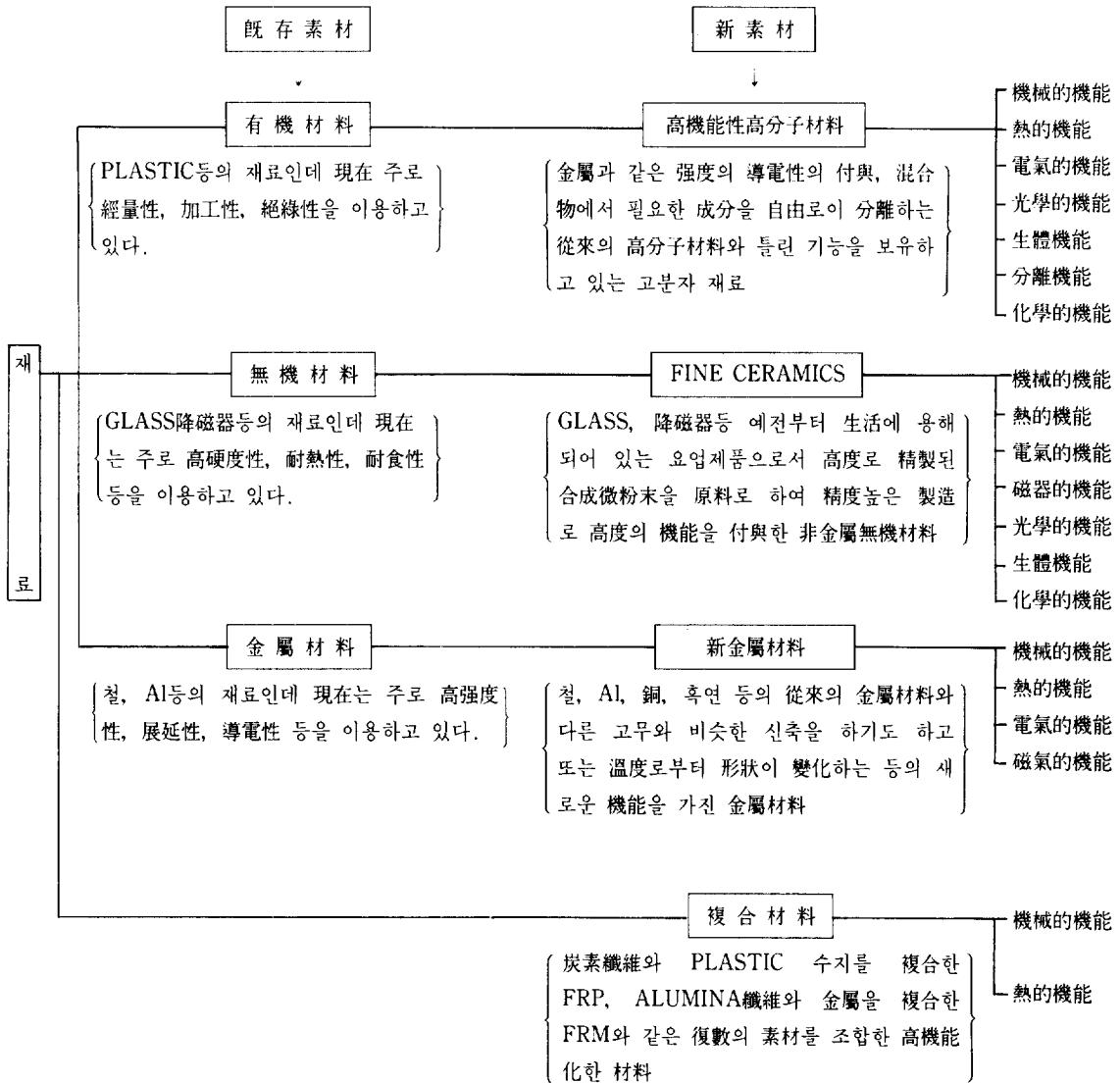


그림 1. 新所在體系

丑 1. FINE CERAMICS의 各種燒缺方法

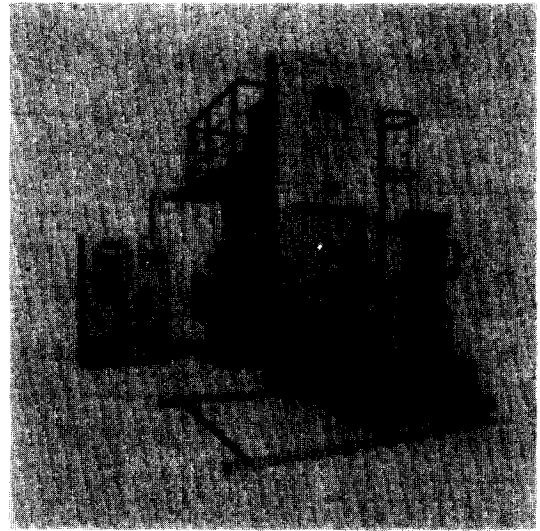
種 類	方 法	特 徵
反應燒結	成形體中에 固相·液相 및 氣相 상호의 高溫 下에서의 反應에 따라 目的하는 化合物을 合成하여 그 合成物이 全體를  단단하게 하여 燒結物을 形成시키는 方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 多孔質</li> <li>· 低強度</li> <li>·  복잡한 形상의 部品에  적합</li> <li>· 高溫強度 劣化없음</li> <li>·  높은 치수精度</li> </ul>
常壓燒結	原料粉末을 成形後, 加壓시키지않고 常壓에서 燒結하는 方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>·  치밀-多孔質</li> <li>·  中程度の 強度</li> <li>·  복잡한 형상도  가능</li> <li>·  고온강도  열화있음</li> <li>·  경제성·실용성이  크다</li> </ul>
雰圍氣 加壓燒結	분위기가스 加壓하에서  소결助劑의  첨가량을 줄이고  열분해를  방지하면서  조밀화(粗密化)  소결하는  방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>·  치밀질</li> <li>·  고강도</li> <li>·  고온강도  열화가  없다</li> <li>·  복잡한 형상도  가능</li> <li>·  소결온도를  높일 수  있다.</li> </ul>
HOT PRESS	소결품이  생기는  곳에  충분한  고온 및  고압을  동시에  가하여  성형금형내에  충전한  원료분말을  성형함과  동시에  소결하는  방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>·  치밀질</li> <li>·  가압효과에  의해  소결온도를  낮출 수  있다.</li> <li>·  고강도</li> <li>·  단순형상</li> <li>·  최적생산  방법은  아니다.</li> </ul>
熱間靜水 加壓燒結 (HIP)	不活性GAS를  전달매체로  하여 粉體를 等方壓縮하면서  고온하에서  가압소결하는  방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>·  치밀질</li> <li>·  고강도</li> <li>·  복잡한  형상도  가능</li> <li>·  고온강도  열화가  없다.</li> <li>·  양산성·경제성이  나 쁘다.</li> <li>·  豫備燒結必要</li> </ul>

最高使用溫度：2300℃

爐內庄力：Vac. ~100 kg/cm<sup>2</sup>

1.6. HOT PRESS燒結爐

加壓燒結法으로서는 超高壓燒結法(20,000~50,000 kg/cm<sup>2</sup>), HIP(1,000~3,000 kg/cm<sup>2</sup>) 등이 있는데,



寫眞 1. 橫型常壓燒結爐

HOT PRESS法(~400 kg/cm<sup>2</sup>)도 많이 使用하고 있다.

1) 大氣雰圍氣 HOT PRESS燒結爐

酸化物系處理材를 위해 酸化雰圍氣HOT PRESS로의 사양 예를 표시한다.

DIES치수：φ 125 mm×125 mmH

最高使用溫度：1500℃

PRESS庄力：20 TON

2) 眞空, 雰圍氣加壓 HOT PRESS爐

處理材料를 PRESSING만은 아니고, 爐內雰圍氣를 眞空置換하고, 適當한 雰圍氣中에 GAS加壓可能한 構造의 HOT PRESS爐가 많이 使用되도록 되어 있다. 寫眞 6에 그 一例를 표시한다.

DIES치수：φ 300 mm×200 mm

PRESS壓力：50 TON

爐內壓力：Vac. ~9.9 kg/cm<sup>2</sup>

이 HOT PRESS爐는 處理材의 裝入抽出時에 PRESS가 이동하고, 裝入抽出이 容易한 構造로 되어 있다. 또, PRESS FRAME을 共用하여 燒結爐만을 增設하는 것도 가능하다.

1.7. METAL ELEMENT식

雰圍氣加壓燒結爐

處理材料에 따라서는 HEATER斷熱材에 GRAPHITE를 사용치 않는 것이 있다. 이 경우에는 MOLYBDENUM(Mo)이나 TUNGSTEN(W)을 使用한 METAL

## Ⅱ 2. 構造用 CERAMICS의 機械的諸特性

特性項目	單位	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>			SiC			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub> (PSZ)
		反應燒結	常壓燒結	Hot Press	Si注入	常壓燒結	CVD	常壓燒結	常壓燒結
密度	g/cm <sup>3</sup>	2.5~2.8	3.21	3.25	3.15	3.15	2.9~3.19	3.98	6.05
熱膨張係數	×10 <sup>-6</sup> /°C	3.2 (RT~ 1000°C)	3.4 (RT~ 1000°C)	2.6 (RT~ 101000°C)	4.4 (RT~ 1000°C)	4.8 (RT~ 1500°C)	4.8 (RT~ 1000°C)	8.6 (RT~ 1000°C)	9.2 (RT~ 1000°C)
熱傳導度	$\frac{\text{cal}}{\text{cm} \cdot \text{s} \cdot \text{°C}}$		0.05(RT)	0.07(RT)	0.52(RT)	0.22(RT)	0.2(RT)		0.0045(RT) 0.0052 (800°C)
영 率	$\frac{\times 10^4 \text{kgf}}{\text{mm}^2}$	2.2(RT)	2.8(RT)	3.2(RT)	4.1(RT)	4.9(RT)	4.9(RT)	4.0(RT)	2.1(RT)
굽 힘 강 도	kgf/mm <sup>2</sup>	20~35 (RT~ 1200°C)	85(RT) 80 (1000°C)	100(RT) 90 (1200°C)	46(RT) 44 (1000°C)	35(RT) 50 (1300°C)	~50 (RT~ 1200°C)	35(RT)	120(RT)
비 커 스 硬 度	kgf/mm <sup>2</sup>	900~ 1,000		1,800 (RT)	2,800 (RT)		3,000~ 4,000 (RT)	1,900 (RT)	-
과 괴 인 성	MPam	2.5(RT)	6.7(RT)	6~8		5			9(RT)
耐熱衝擊性(ΔTc)	°C	350~450	800~900	800~1,000		300			360

ELEMENT식의 燒結爐가 使用된다.

爐內有效치수:  $\phi 300 \times 200$  H

最高使用溫度: 2300°C

爐內壓力: Vac. ~1.9 kg/cm<sup>2</sup>

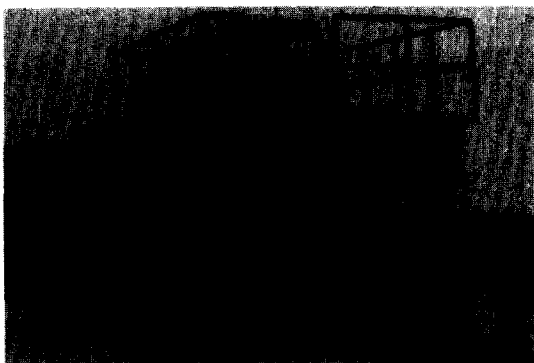
### 1.8. 高溫燒結爐의 今後的 課題

FINE CERAMICS의 製造技術의 進歩는, 日進月步의 感이 있다. 原料粉의 超微分化和 高純度量, 成形法으로서의 射出成形法의 普及. 또는 燒結法으로서의 Post-Sintering法의 出現 等, 新技術의 發展은 눈앞에 다가왔다.

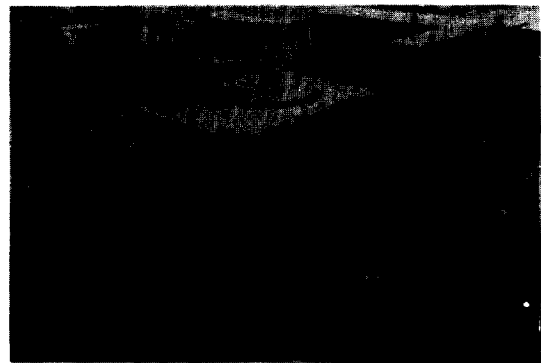
寫眞7에 표시한 爐는 射出成形材의 燒結爐의 一例이다. 射出成形法에 의하면 複雜形狀部品の 成形이 容易한 反面, 多量의 WAX를 使用하기 때문에 脫WAX法의 工夫가 必要하고, 이 때문에 制御와 管理에는 COMPUTER를 使用하고 있다.

高溫爐로서 加熱方法도 課題의 하나이다. 從來, TEST爐段階의 小型爐에는 誘導加熱이 많았는데, 爐의 大型化和 함께 最近에는 抵抗加熱이 많아졌다.

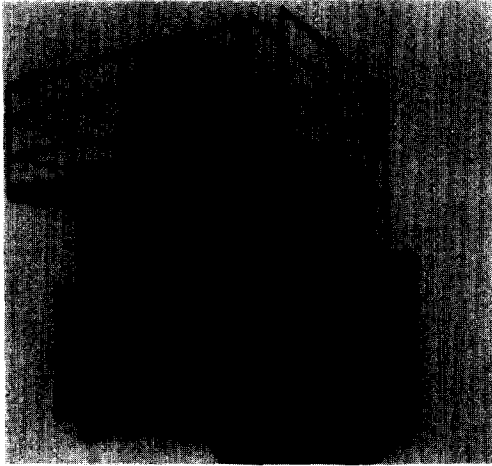
抵抗加熱에는 從來 2000°C까지라고 불리워졌는데 現在에는 常用 2700°C라고 하는 生産爐도 實現되고 있다. 價



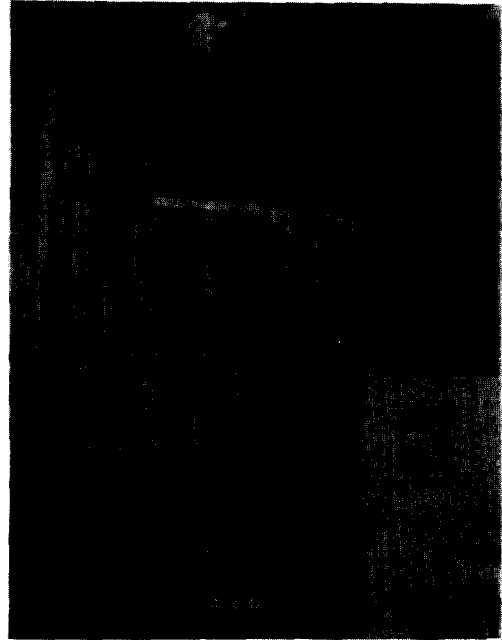
寫眞 2. 橫壁雰圍氣加壓燒結爐



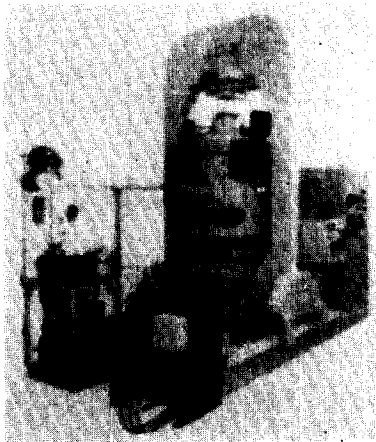
寫眞 3. 高溫高壓燒結爐



寫眞 4. GAS壓燒結爐



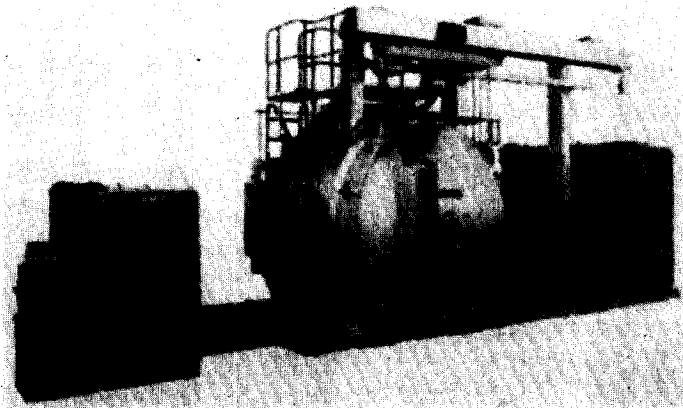
寫眞 5. 高壓雰圍氣加壓燒結爐



寫眞 6. 雰圍氣加壓 HOT PRESS爐

額面에서도 抵抗加熱이 有利하고 또한 實際의 操業에 있어서는 急速昇溫을 할 必要性이 적은 것 등이 抵抗加熱方式이 採用되는 주된 理由라고 생각되어 진다.

이 외에 省ENERGY화를 위해 新斷熱材의 開發과 新測溫技術의 開發 등, 많은 課題가 남아 있다.



寫眞 7. 射出成形品用脫脂·燒結設備

## 2. 眞空浸炭과 ION 浸炭

### 2.1. 眞空浸炭

“眞空浸炭이라는 것은 浸炭期를 없애고 眞空中에서 材料를 加熱處理하는 가스浸炭 Process이다”

#### 1) 眞空浸炭 Process

眞空浸炭은 원래 高溫浸炭으로부터 出發한 것이고, 浸炭時間을 從來의 가스浸炭보다도 短縮하고 省ENERGY를 求하는 目的으로 一般의으로는 通常의 가스浸炭보다도 높은 浸炭溫度가 採用되고 있다.

高溫浸炭을 採用한 또 하나의 理由는 METHANE분해 및 炭素의 吸收效率도 목인해서는 안된다. 眞空浸炭은 一般적으로 高溫에서 行해지기 때문에 材料의 結晶粒粗大化를 避하는 것이 불가능하기 때문에 浸炭後, 燒入 加熱前에 結晶粒微細化處理로서 TEMPERING할 必要가 있다.

Nb등을 添加한 高溫浸炭用鋼을 使用하는 경우와, 950°C以下에서의 浸炭의 경우에는 TEMPERING을 생략할 수가 있다.

그림 1은 眞空浸炭의 典型的인 處理CYCLE을 표시한다.

#### 2) 浸炭의 制御

眞空浸炭에는 浸炭GAS로서 一般의으로 METHANE, PROPANE, BUTANE등의 炭化水素를 制御하고 鋼의 表面炭素量을 調節하는 것은 불가능하다. 이 때문에 眞

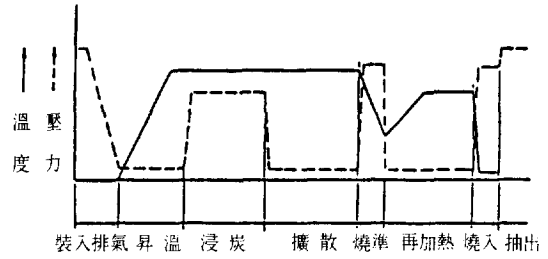


그림 1. 典型的의 浸炭處理 CYCLE

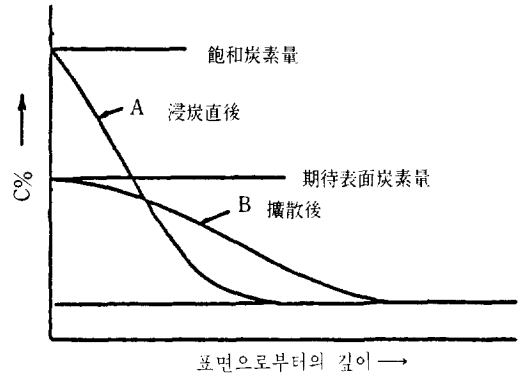


그림 2. 擴散處理前後의 炭素溫度曲線

空浸炭에는 浸炭 및 擴散의 時間에 따라 表面炭素量, 浸炭깊이를 調節하는 소의 飽和值調整法이 採用된다.

그림 2는 이 方法을 模式的으로 표시한 것으로 浸炭直

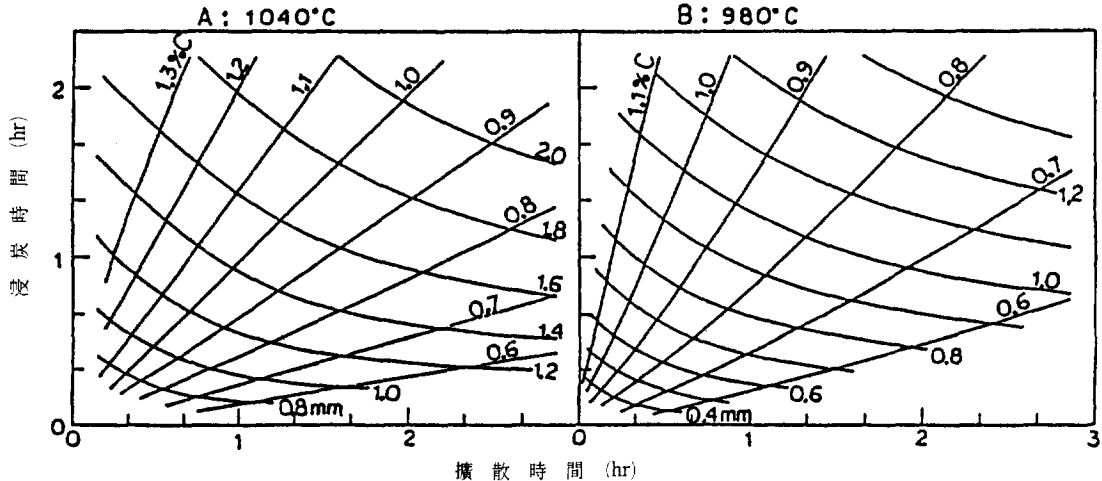


그림 3. 浸炭時間, 擴散時間과 表面炭素量, 有效浸炭 깊이의 關係

後的 炭素溫度分布는 曲線A에 표시한 것과 같고 表面은 AUSTENITE의 飽和炭素量까지 浸炭된다. 이것을 一定時間, 眞空中에 擴散處理를 행하면 曲線B에 표시된 炭素溫度分布로 된다. 이 方法에 의하면 浸炭가스의 浸炭能을 충분히 높게 할수만 있다면 浸炭時間과 擴散時間을 調整하는 것에 따라 任意의 表面炭素量과 浸炭깊이를 얻을 수가 있다.

그림 3은 浸炭時間과 擴散時間에 따라 表面炭素量과 浸炭깊이가 어떻게 변하는 가를 나타내고, 浸炭制御 CHART로서 利用되고 있다.

## 2.2. 眞空浸炭의 特徵

眞空浸炭이 從來의 GAS浸炭과 다른 점은 다음과 같다.

1) 吸熱性變成爐 GAS를 이용, 直接炭化水素의 熱分解에 의해 浸炭한다.

2) 一般의으로 300~600 mmHg(0.4~0.8 bar)의 減壓下에서 浸炭을 행한다.

3) 昇溫期, 浸炭期, 擴散期를 明確히 나눌 수가 있고, 浸炭期以外는 眞空中에서 處理한다.

4) 從來의 GAS浸炭溫度보다도 높은 高溫浸炭이 普通이다.

이들의 相異點부터 眞空浸炭은 다음의 長點과 短點을 가지고 있다.

1. 異常浸炭層, 粒界酸化物의 生成이 없다.

이것은 眞空浸炭의 커다란 特徵이다. 處理材는 眞空中에서 加熱되어, 浸炭GAS는 CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O등을 含有하지 않고 있기 때문에 材料表面의 異常浸炭, 粒界酸化는 일어나지 않는다.

2. 處理材의 肉厚의 差異에 의한 浸炭의 差異가 없다.

GAS浸炭에 있어서는 處理材料는 浸炭GAS中에 昇溫되기 때문에, 昇溫途中에 있어서도 浸炭을 받는다. 따라서 昇溫의 運速에 의해 浸炭의 差를 일으킨다. 眞空浸炭에서와 處理材料는 均一하게 昇溫할 때까지 眞空中에서 加熱되어 浸炭은 浸炭期에 있어서만 행하기 때문에 일정한 浸炭을 행할 수 있다.

3. 浸炭의 制御가 容易하다.

飽和值整法에 의해 制御하기 때문에, 浸炭時間과 擴散時間을 組合시킴으로써 表面炭素量, 浸炭깊이를 正確히 調整할 수가 있다. GAS浸炭에서는 霧圍氣의 分析, 調整을 빠뜨릴 수가 없다.

4. 爐의 Seasoning이 不要하고 立上시작이 빠르다.

爐는 操爐의 때에 眞空排氣되어 또는 停爐中에도 眞空에 維持할 수 있기 때문에 汚染GAS의 侵入이 없다. 항상 Seasoning되어 있는 狀態이기 때문에 새롭게 Seasoning必要가 없다. 따라서 爐의 Quick Start가 可能하다. 이것은 斷續操業에 有利하다.

5. 霧圍氣制御가 簡單하다.

浸炭GAS의 送入은 爐內壓力과 流量만의 調整으로 좋고, GAS浸炭같이 炭素濃度制御는 不要하다.

6. 浸炭時間이 짧다.

高溫浸炭이 가능하기 때문에 浸炭處理時間이 짧다. 예를들면, 全浸炭깊이 1.2 mm를 얻는데에는 930℃에서의 GAS浸炭에서는 3.5 h를 요하지만, 1040℃에서의 眞空浸炭에서는 겨우 45 분으로 좋다. 똑같은 處理溫度에 比較해도 眞空浸炭의 쪽이 20~30%處理時間을 단축하게 된다.

7. 結晶粒粗大化

高溫浸炭을 採用하는 것에 따라서 浸炭時間은 短縮할 수 있는 反面에, 結晶의 粒成長이 일어나 粗大化한다. 예를 들면 SCH-420 鋼을 1040℃에서 眞空浸炭하여 後急冷을 실시하고, 細粒化하는 處理가 必要하다. 이 燒準處理는 放冷하지 않고 強制 GAS冷却으로 좋지만, 40%以下까지 冷却할 必要가 있다. 이것에 따라 ASTM-8~9를 할 수가 있다.

8. 過剩浸炭

眞空浸炭에서는 AUSTENITE의 飽和點까지 過剩浸炭을 행하고, 그후 擴散에서 表面炭素量を 調整한다. 萬能爐 조형호

## 2.3. 眞空浸炭設備

전부터, 眞空浸炭設備으로써 이른바 眞空爐가 사용되어 졌다. 그림은 이의 代表例이다. 이의 設備의 缺點은 眞空熱處理와의 兼用이기 때문에 浸炭中の 溫度分布가 그다지 좋지않고 浸炭얼굴을 생성시키기가 쉽다. 또 斷熱材로 Carbon Felt를 使用하기 위해서는 煤의 除去에 困難한 점이 있다.

이 問題를 解決한 浸炭爐로서 그림에 있는 眞空浸炭爐가 開發되었다. 이것은 斷熱材로 Ceramic Felt를 使用하고 煤에 관계되는 Heater 絶緣破壞를 防止하기 위하여 Ceramic radiant tube를 採用하고 있다. 이 爐는 眞空中에서는 어떠한 霧圍氣에서도 操業 가능한 만능로로서 注目되어지고 있고 炭化水素GAS에 관계되는 直接浸炭

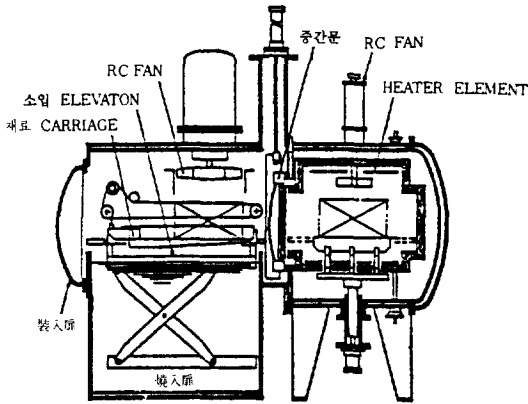


그림 4. 眞空浸炭爐

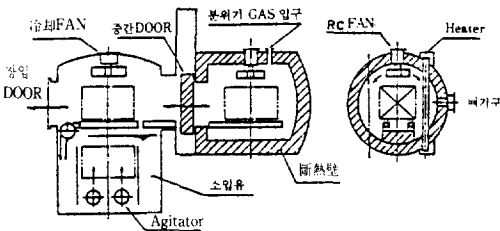
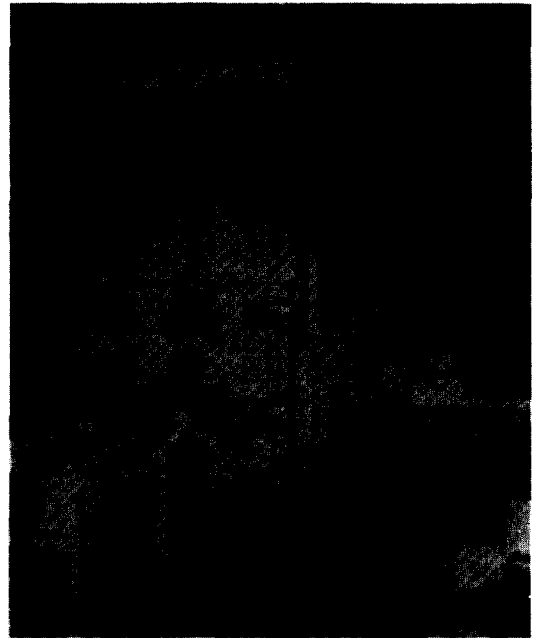


그림 5. Hot Wall型眞空浸炭爐



2室型 10N 眞空浸炭爐의 의형도

에서 改良 GAS浸炭까지 可能하다. 浸炭以外的 諸熱處理에도 利用가능하고 煤의 BURN-OUT도 容易하다.

#### 2.4. ION 浸炭

ION 浸炭法은 ION 變化法과 同様 處理材料를 陰極으로 하여 爐內에 兩極을 설치하며 그로인해 放電을 利用하여 迅速히 浸炭시키는 方法이다.

ION 變化法과 다른 것은 炭化水素系의 GAS( $CH_4 \cdot C_2H_2$  等)을 使用하여 1 Torr~10 Torr내려, 900~950°C의 高溫(浸炭溫度)으로 處理되는 것이다. 이 때문에 ION 浸炭設備에는 處理材料의 加熱에 必要한 HEATER를 設備한다. ION 浸炭設備自體는 眞空浸炭爐에 放電裝置(直流電源)을 附加하고 그 때문에 爐床에 若干의 絶緣構造를 설치하는 것이 좋다. ION 浸炭의 MECHANISM도 基本的으로는 眞空浸炭同様, 過剩의 浸炭(放電에 의한 炭素 ION의 供給), 眞空下에서의 擴散의 聯間配分으로 制御된다.

ION 浸炭法은 眞空浸炭法과 比較하면 이하의 特徵이 있다.

1. 處理時間이 眞空浸炭法에 비하여 短時間이다. 이것은 處理材料의 表面의 CARBON量이 短時間에 飽和值에 달하기 때문에, 擴散의 Dry force이다. 濃度差가 壇時間에 크게 되기 때문이다. (弊社의 DATA에 의해서도 SCR 420 H鋼을 950°C에서 浸炭하여 E.C.D. 0.75를 얻는데에 浸炭時間 25分 擴散時間 35分 程度이다.)

2. 複雜形狀의 것이라도 浸炭하게 할 수 있다.

3. 1~10 Torr에서의 低壓處理를 위해 Sooting이 特徵하다.

4. 消費GAS量이 적다.

ION 浸炭法이 앞으로 어떻게 工業으로 實用化되어가는 가에는 現在 2가지의 생각이 있다. 하나는 從來의 GAS浸炭法, 眞空浸炭法에서는 困難하며 過剩浸炭에 의한 高強度部品の 開發, 또 하나는 그 浸炭溫度의 속도에 착안한 CCF에 교체, ION 浸炭Process. 어느 쪽도 今後의 課題이다.

### 3. CVD裝置와 PVD裝置

#### 3.1. CVD裝置

- (1) 개요



CVD(Chemical Vapour Deposition)處理와 原料GAS의 分解, 和合 등의 化學反應에 의하여 處理材의 表面에 生成물을 被覆하는 技術로 方法에는 熱反應, Plasma反應, 光反應이 있고, 이와같은 技術을 이용한 成膜技術을 半導體의 結晶膜의 形成 등에 잘 알려져 있다.

CVD는 金屬, 炭素材, Ceramics, 矽子 등의 基材 위에 炭化物, 窒化物, 酸化物, 炭素 등의 被覆을 입힐 수가 있다.

여기서는 金型, 工具 등에 가장 많이 應用되어지고 있는 超硬質被膜을 被覆하는 熱CVD에 관하여 紹介한다.

熱CVD處理는 反應에 必要한 溫度에 維持되는 爐의 중앙에 原料GAS를 유입하고 分解, 化合 등의 化學反應에 의하여 處理材의 表面에 生成물을 被覆하는 技術이다. 熱CVD는 일반적으로 850°C 以上の 高溫을 必要로 하기 때문에 處理하는 金屬으로는 대개 鐵鋼, 非金屬으로는 炭素材, Ceramics에 限定된다. 가장 많이 使用되고 있는 것은 工具鋼에 의 TiN, TiC의 被覆에 1000~1030°C의 溫度로 處理되어지고 있다.

Ti(C, N)의 複合化合物의 被覆은 Nitril系의 反應 Gas를 使用한 경우에 850°C로 處理하는 것이 可能하다. SiC被覆의 경우는 1500°C前後의 高溫이 必要하고, 이와 같은 高溫에 의 CVD는 實用化에는 이르지 못하고 있다.

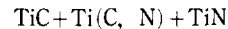
C被覆의 경우는 900°C前後에서 可能하고, 炭素材의 氣孔率을 작게 하기 위하여 CVI(Chemical Vapour Infiltration)라고 불리워지는 處理를 행하는 것이 최근 에 와서 盛行하게 되었다. 이것은 眞空浸炭의 應用이라 불리운다.

(2) TiN, TiC의 被覆

이와같은 化合物은 超硬質의 物質이고, 母材의 耐摩耗性, 耐蝕性, 耐熱性이 크게 향상된다. 이의 경도를 활용하기 위하여 母材自體가 단단한 만큼 좋은 結果가 얻어진다. 따라서 處理하는 材料는 工具鋼, 超硬工具, 燒入用鋼 등이 이용된다.

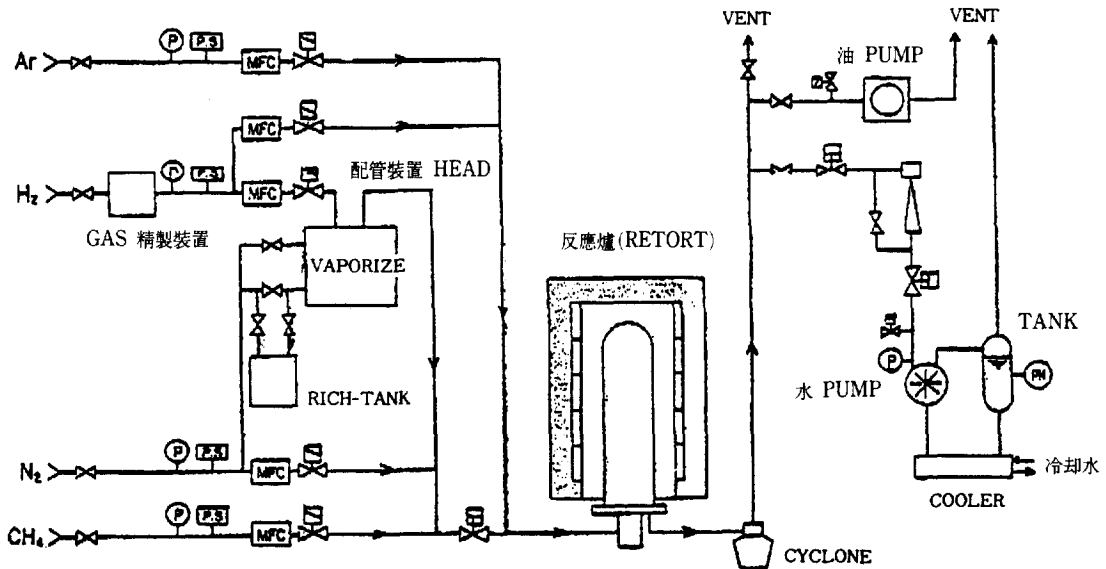
原料Gas로서 TiCl<sub>4</sub>(常溫에서 液體), 炭化反應Gas로서 CH<sub>4</sub>와 같은 炭化水素Gas를 窒化反應Gas로서 N<sub>2</sub> Gas를 使用한다. 그밖에 還元과 搬送을 겸하여 H<sub>2</sub> Gas가 Purge Gas로서 Ar Gas가 이용된다.

CVD技術의 요점은 Gas流量의 正確한 制御와 爐内の Gas흐름의 調整이다. 最近의 被覆을 斷層으로가 아니고 積層被覆이 主流로 되어 있다. 예를 들면



熱CVD는 高溫下에서 處理를 하기 때문에 被覆과 母材와의 사이에 擴散이 일어나서, 密着性이 良好하다고 하는 特徵이 있어서, 강한 剪斷應력이 걸리는 Punch,

FLOW SHEET(1 COVER의 예)



DRAWING DIE 등의 處理에 適宜하다. (切削工具類에는 CVD보다도 PVD가 適宜하다고 말하고 있다.)

一般的으로 被覆 厚さは 3~10 μm가 많고 裝飾用에는 1 μm以下の 경우도 있다. 熱CVD의 단점은 高溫에서 處理하는 것으로서 母材가 燒鈍되고, 軟化하기 때문에 被覆後에 燒入處理가 必要하다. 즉 燒入에 의한 變形, 燒入霧圍氣에 의한 表面變色등이 생긴다. 따라서 處理後의 研磨加工이 必要하고 高硬度때문이다.

한편, PVD에서는 300~350°C에서 被覆處理가 가능하기 때문에 燒入溫度가 이것보다도 높은 處理材는 熱處理를 끝낸 후 被覆하면, 變形의 걱정이 없다. 단, 密着性은 CVD에 비하여 떨어진다. 따라서 剪斷應力은 별로 걸리지 않는 切削工具類에는 PVD의 方法이 適宜하다고 불리워지고 있다.

(3) 中外爐의 CVD裝置

- 加熱爐—Cover型 5 zone制御 1基
- 反應Retort 2基—Gas Nozzle回轉裝置付
- 排氣裝置及排 Gas處理裝置(中和裝置)
- 眞空排氣Pump—Purge用
- 霧圍氣裝置—TiCl<sub>4</sub> 4定量供給裝置
  - 水素精製裝置
  - Gas流量制御裝置 H<sub>2</sub>Ar N<sub>2</sub> CH<sub>4</sub>
- 電原裝置·制御裝置

特徵

TiCl<sub>4</sub>의 反應Retort에의 供給이 Bubbler型에는 없고, 蒸發氣化蒸氣의 質量流量制御方式을 채택하고, 正確한 流量管理를 할 수 있다.

昇溫開始부터 冷却完了까지 自動運轉할 수 있다.

2—Retort方式에서 교대로 切替에 의해, 效率적으로 處理할 수 있다.

3.2. PVD裝置

(1) 개요

PVD(Physical Vapour Deposition)은 蒸着, Sputter, Ion Plating, Ion Cluster Beam(ICB), Ion Vapour Deposition(IVD) 등을 總稱하고 있고, Ion Plating은 PVD의 一角을 차지하고 있다. Ion Plating의 方法에는

溶解法—誘導加熱, 抵抗加熱, 電子 Beam加熱

Ionizing法—直流Glow放電, 高周波放電

등이 예전부터 사용되어 있다.

이 중에서 電子 Beam溶解, 高周波放電Plasma(EB溶解—RF放電)을 이용하는 方法이 잘 사용되었지만 最近에는 Hollow Cathode에 의한 溶解와 Ionizing의 兩方法을 한번 행하는 方式이 유행되고 있다. 또한 方式은 Sputter Ion Plating이 나타나 In Line에서 연속처리하는 方法도 유행하고 있다.

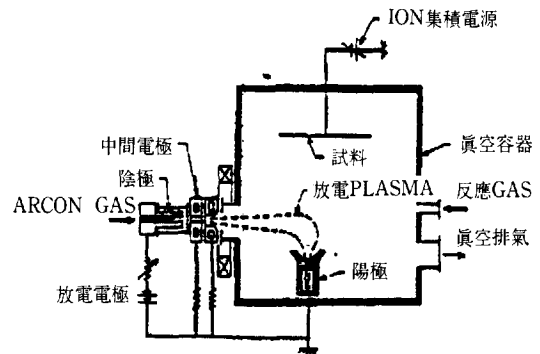
EB溶解—RF放電方式은 一般的인 方式이지만, 成膜速度가 길고, 異常放電이 일어나기 쉽고 膜厚의 分布가 高電壓을 사용, 3電源의 必要등의 短點이 있다.

한편, Hollow Cathode Sputter Ion Plating方式은 上記의 短點을 改善한 것으로 陰極에 使用하는 Tantalum 電極의 壽命이 특히 짧다. Sputter Ion Plating方式은 量産型으로서 이후의 方式과 구성하는 것은 想像하기 어려운 것은 없지만 小形部品の 處理에 適用되는 것으로 생각된다.

(2) UR式 Plasma Beam에 의한 Ion Plating

UR式 Plasma Beam Gun核融合研究안에서 開發한 Plasma Beam發生機에서 이것을 利用한 蒸着金屬의 溶解의 Ionizing의 兩方을 한번 행하고 Coating하는 것이 있다.

基本的으로는 前述의 Hollow Cathode方式에 가깝지만 Plasma의 點火領域과 眞空 Chamber와의 사이에 庄力差를 얻을 수가 있다. 溶解도가나와의 Plasma Beam Gun과의 距離를 크게 변하는 것으로 부터 陰極의 壽命이 특히 길고(Hollow Cathode의 陰極이 十數時間에 使用不可能에 달하는 것에 대하여 數箇月經 경과하여도 何等異常은 發生하지 않는다. 또, Plasma Beam Gun과 溶解도가나와의 距離가 數 100 mm(Hollow Cathode에는 數 100 mm)취할 수 있기 때문에 蒸着物質의 Ionizing



Ratio가 현저하게 향상할 수 있는 것도 큰 특징이다.

本方式의 溶解能力은 Plasma을 電導媒體로 한 電子 Beam에 의한 것으로서 電流가 溶解能力을 가지고 있다. 단, Hollow Cathode方式과 같은 Beam Spot를 작게 할 수 없기 때문에 溶解할 수 있는 金屬에 制限이 있는(高融點材料는 困難) 것이 唯一한 단점이라 말한다.

Hollow Cathode式과 다른 점은 Beam이 길게 나오기 때문에 磁界를 變化시킴에 의해 Beam形狀을 自在로 變化시킬 수 있다는 점에 있다. 이것을 利用해서 成膜을

最適의 條件에서 行할 수가 있다.

(3) 中外爐의 Ion Plating裝置

	Process Chamber—SUS製
裝置構成—	高眞空排氣裝置—Turbo—
	Molecular Pump+油回轉 Pump
	UR式 Plasma Beam Gun
	同上用電源
	制御裝置
	材料取付治具—Option