



應用擴散焊接技術實現模具2.5D隨形 冷却水道的製造

彭泓博士

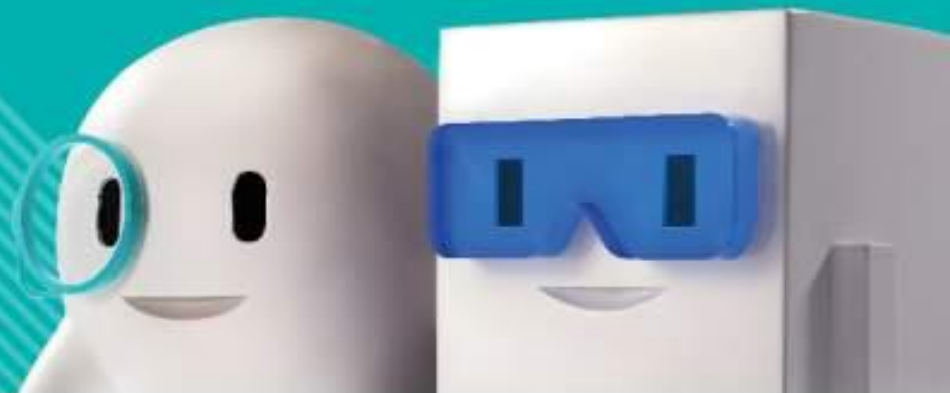
顧問

香港生產力促進局

電話：852-90483000

傳真：852-27885543

電郵：wangpang@hkpc.org



All-round Productivity Partner

全方位企業伙伴

模具隨形冷却技術

Conformal Cooling

因傳統機械加工的限制，模具冷却運水的設計及製造只能局限于簡單的形狀，因而未能大幅縮短注塑成型的周期時間，改善注塑的固有缺陷

模具隨形冷却水道的好處：

- 減除注射缺陷（如不均勻收縮及變形）
- 提升模具降溫成效
- 縮短壓鑄或注塑周期
- 模具產能提升
- 減少複模及注塑機及外圍設備數目



模具隨形冷卻技術

Conformal Cooling

1

擴散焊接 Diffusion Bonding (2.5D)

2

金屬粉末激光燒結 Direct Metal Laser Sintering (DMLS) (3D)

3

3D模擬仿真分析軟件

HKPC 成立全球首個隨形冷卻技術中心

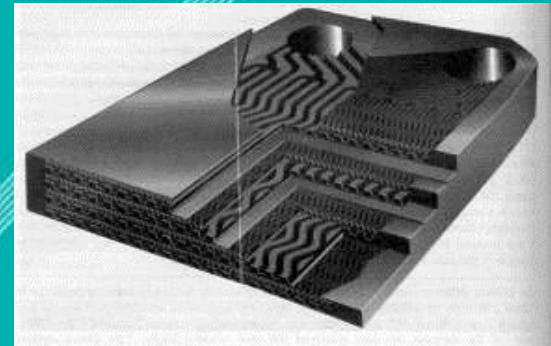
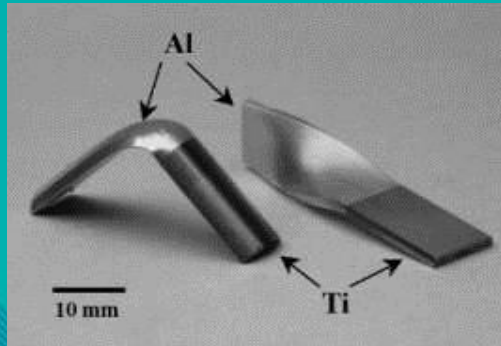


應用擴散焊接技術實現2.5D隨形冷却水道

- 香港生產力促進局（HKPC）引入德國擴散焊接技術

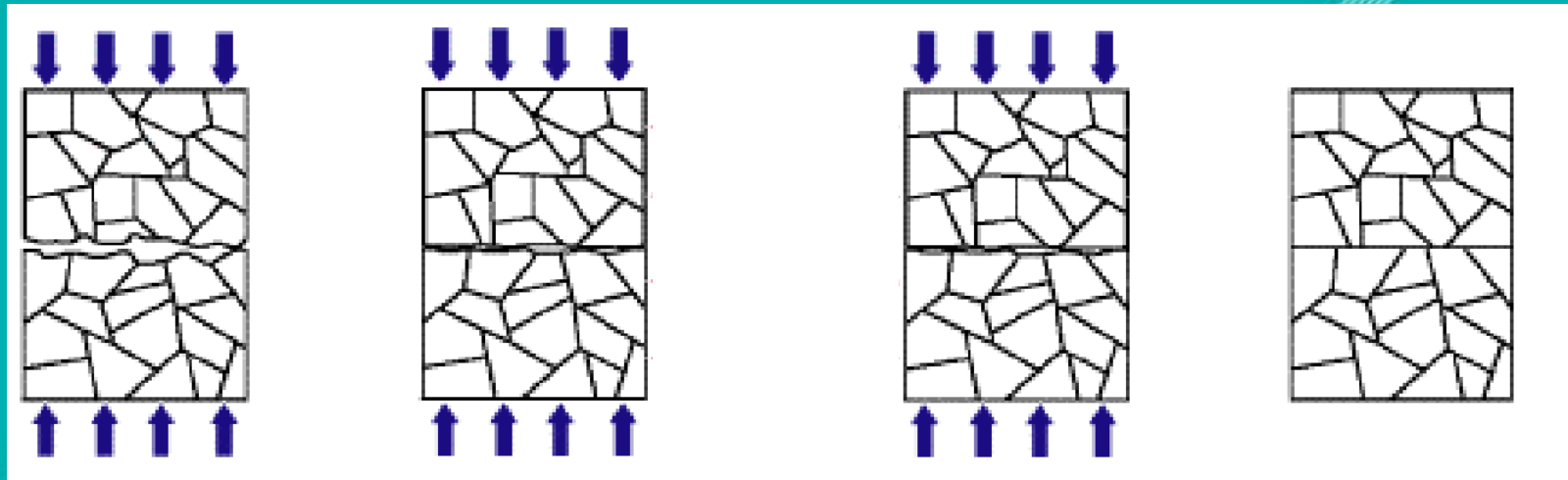


- 用于不同金屬，或金屬與陶瓷的焊接



擴散焊接簡介及技術原理

- 于高溫、高壓及真空環境下之「固態焊接技術」
- 能應用于兩片或以上之金屬材料
- 接合面和施壓方向須與模面垂直



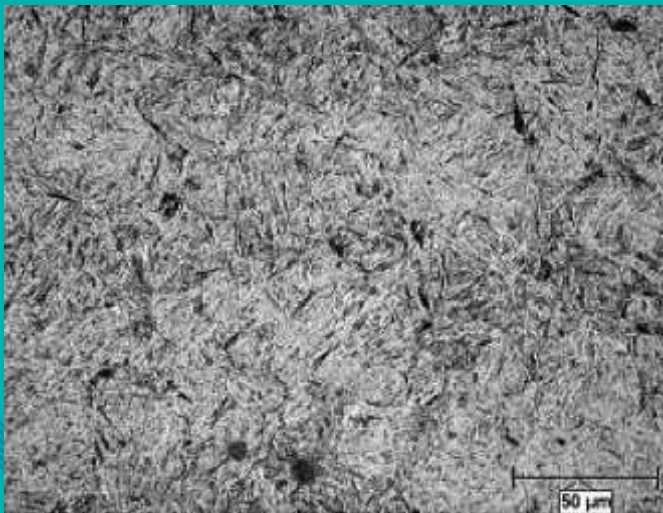
—————▶ 壓力 Pressure Exerted

擴散焊接簡介及技術原理

Metal platelets are stacked

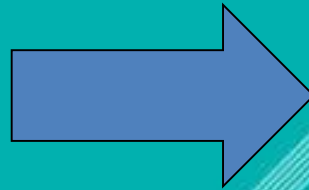
擴散焊接簡介及技術原理

- 無須任何助焊劑粘合劑
- 無熔合綫
- 強度跟原材料接近



原材料(模具鋼 P20)

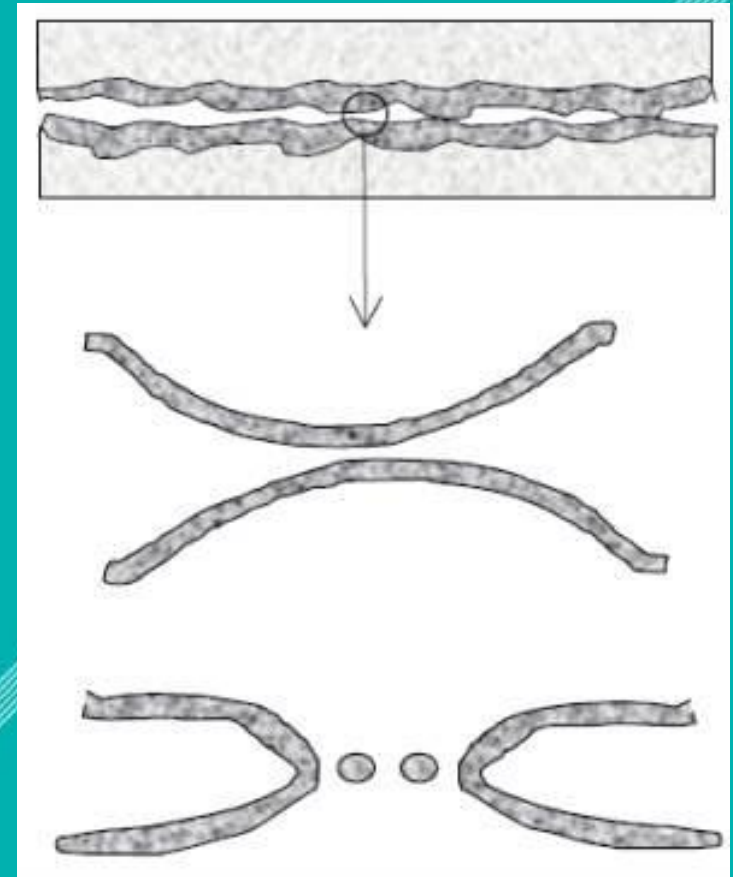
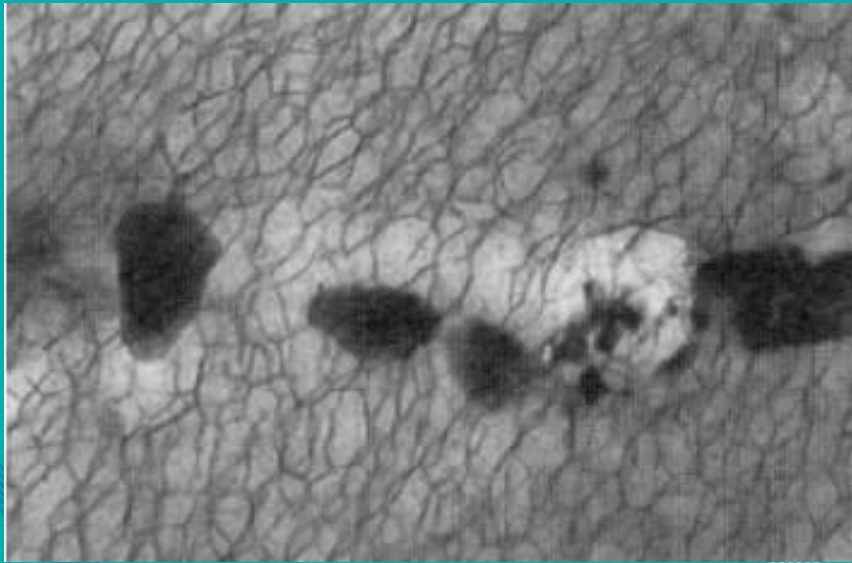
擴散焊接後



擴散焊接工件(模具鋼 P20)

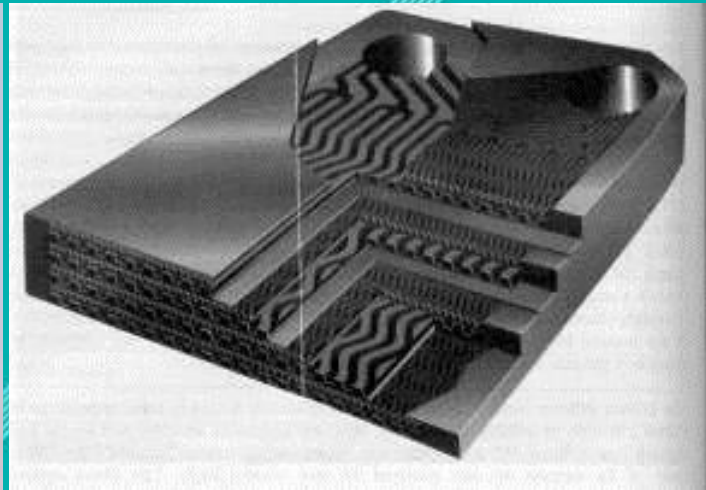
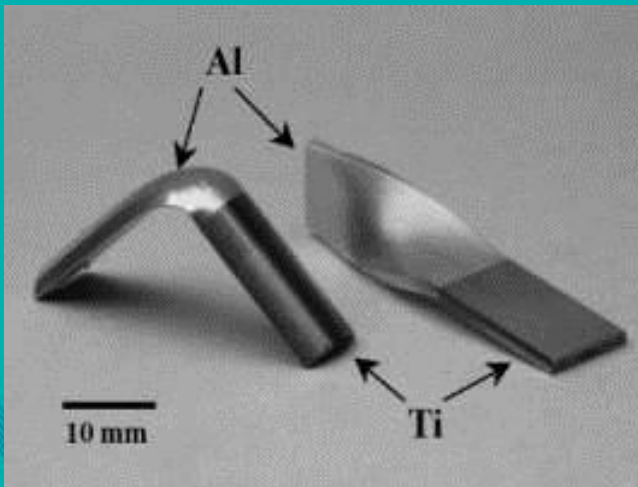
擴散焊接簡介及技術原理

- 影響擴散焊接效果的因素
 - 表面光潔度
 - 表面的氧化物



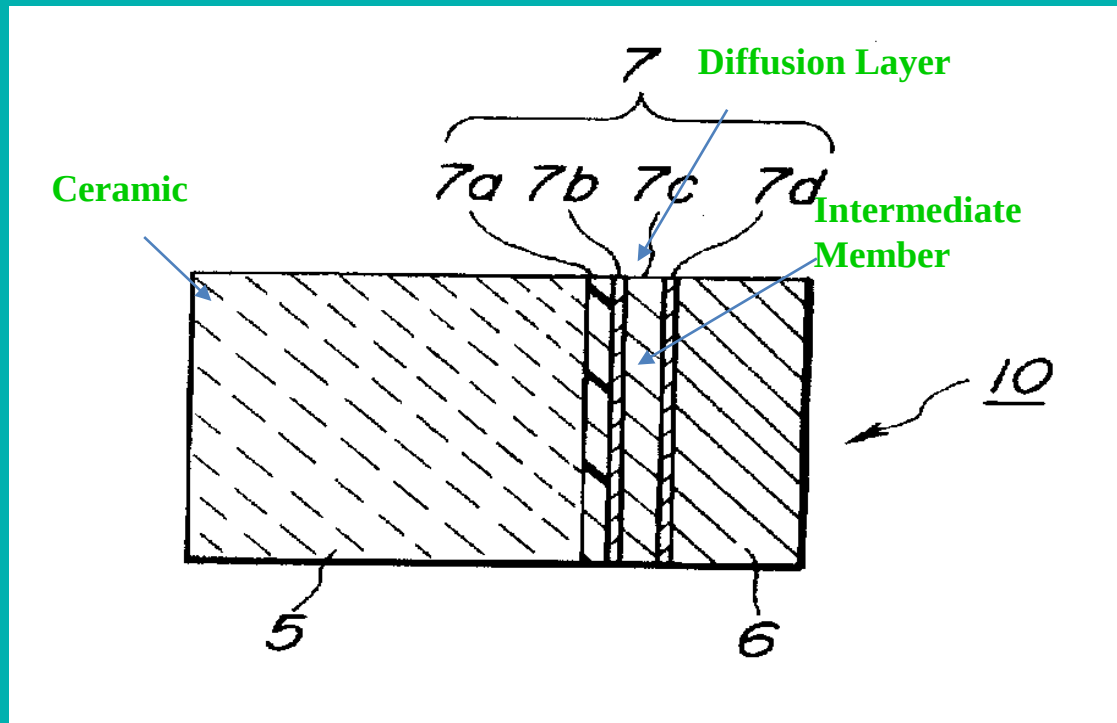
擴散焊接簡介及技術原理

- 直接用于不同的金屬，或金屬與陶瓷的焊接

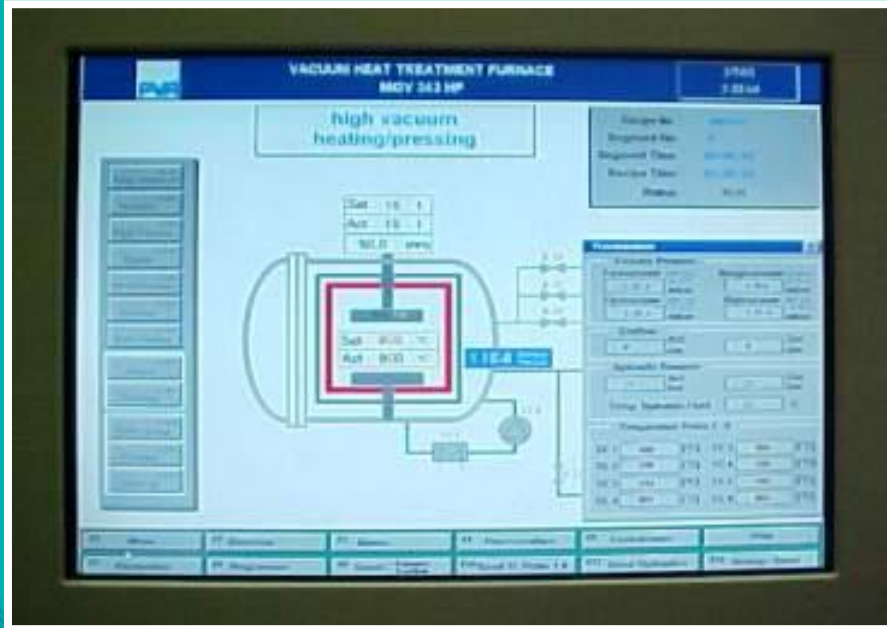


擴散焊接簡介及技術原理

- 可用于不同金屬，或金屬與陶瓷的焊接
Ceramic $\Leftrightarrow$ Silicon nitride- TiN $\Leftrightarrow$ Stainless Steel



擴散焊接簡介及技術原理



最大溫度 (1400 °C)

最大壓力 (150 Ton)

真空 (1×10^{-6} mbar)

德國製造

擴散焊接技術在隨形冷却水道上的應用

- 把擴散焊接技術應用于模具製作
- 對材質、成型參數、材質兼容性、強度等進行研發及評估

金相分析

- 確認熔合綫完全消失
- 工件不會于焊接面重新斷開

防漏測試

- 氮氣壓力測試
- 確認异形運水之密封性能

拉力測試

- 強度跟原材料無異

鹽霧測試

- 透過鹽霧侵蝕速度對比確認焊接面無應力效應

擴散焊接應用在隨形冷却水道上的好處

- 成本相對低廉，每爐可同時焊接多組模芯
- 減除注塑缺陷 (如收縮及變形)
- 提升模具降溫成效
- 縮短注塑周期
- 模具產能提升
- 減少複模及注塑機及外圍設備數目

擴散焊接技術成型參數

模具鋼型號	AISI H13	AISI P20
溫度(°C)	970	830
夾具壓力 (N/mm ²)	40	20
擴散焊接時間	15 小時	15 小時
總加工時間	18 小時	18 小時

進行擴散焊接的工件要求

工件大小

300mm x 300 mm x 175 mm
(最少厚度為**35mm**)

焊接面投
影面積

最大為**30000mm²**

冷却道
尺寸

异形運水最小**1.5mm**
運水分隔最小**3.0mm**

高度補償

1 - 2%

進行擴散焊接的工件要求

材質

鋼、不銹鋼、鋁、銅等

硬度

HRC 15

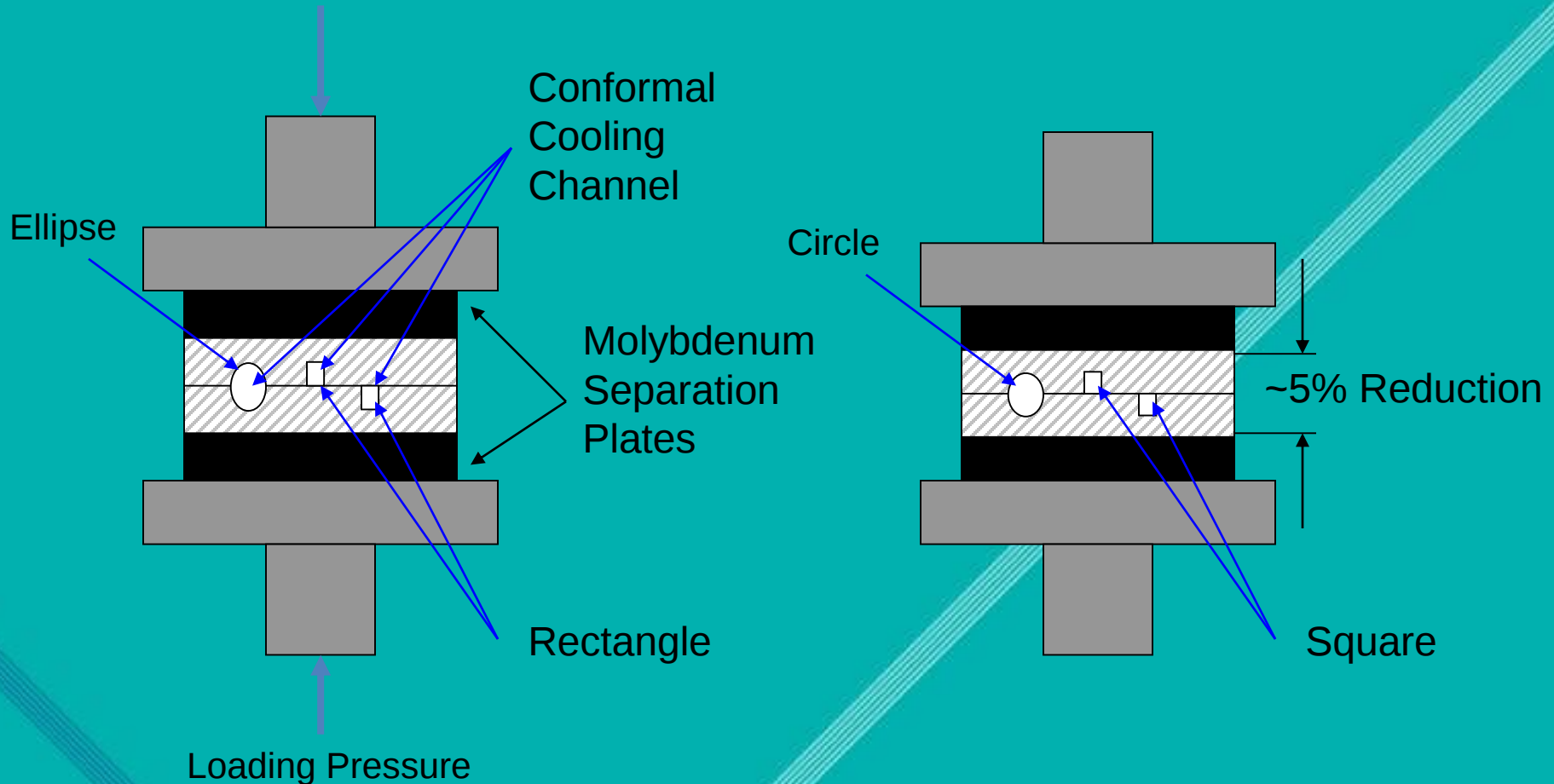
焊接面
光潔度

$R_z = 0.5-3.0\mu\text{m}$

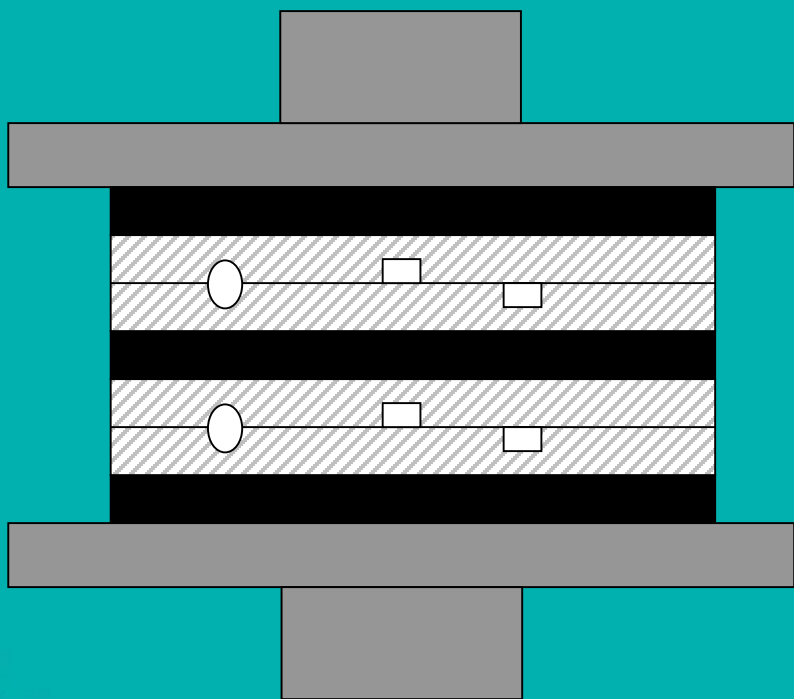
焊接面
其他要求

沒有氧化物、雜質

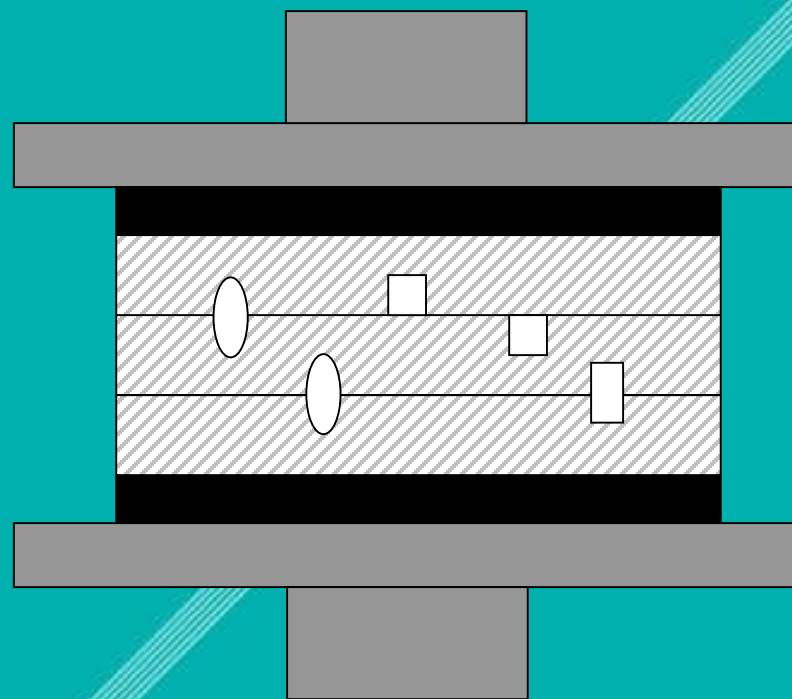
進行擴散焊接的工件要求



進行擴散焊接的工件要求



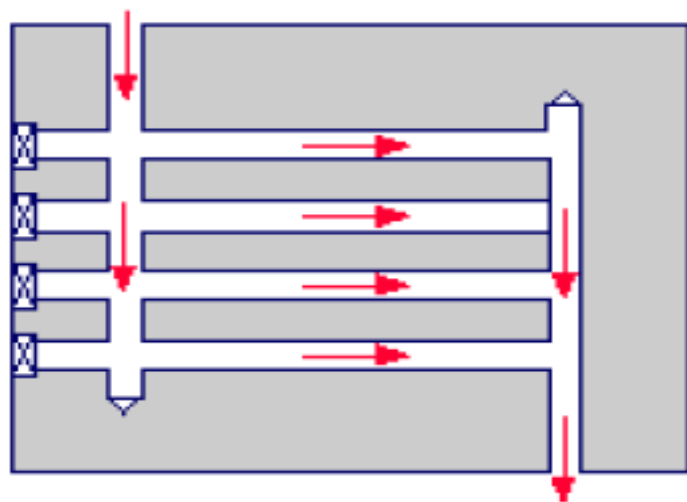
兩套獨立的焊接件



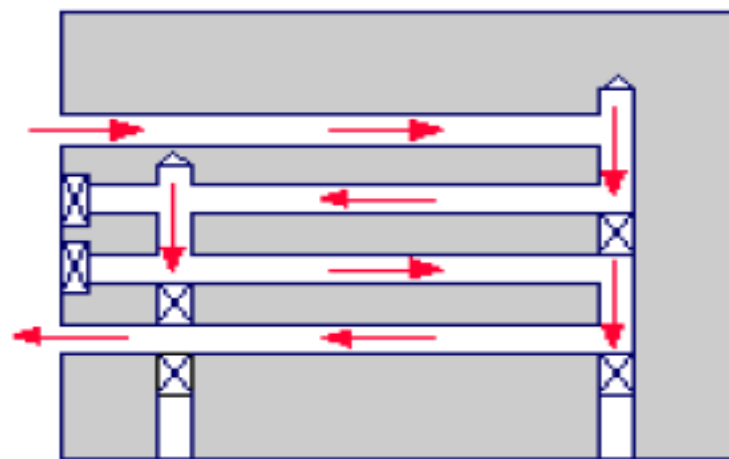
多層式結構

傳統模具冷却流道之優點與限制

- 製作工藝簡單 (鑽孔及塞孔等工序)
- 純水平/垂直冷却水道難以獲得平衡之模具溫度(遷就模具頂針位置)
- 冷却水容易泄漏 (工差問題)



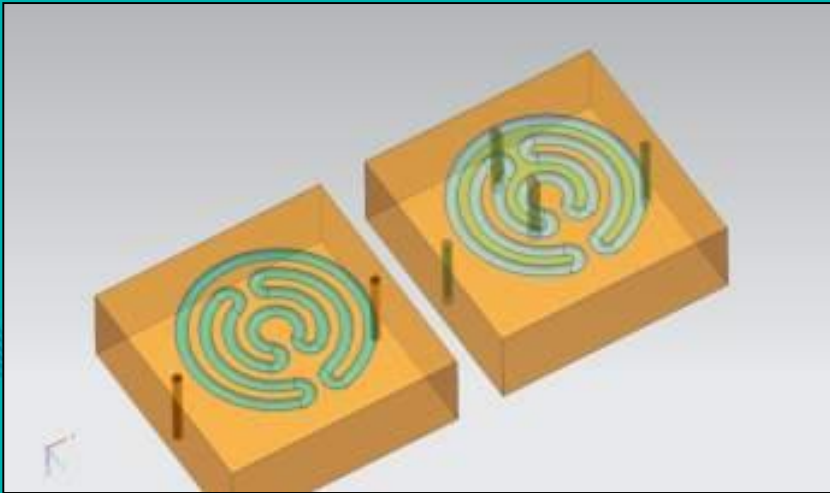
Parallel Cooling Channels



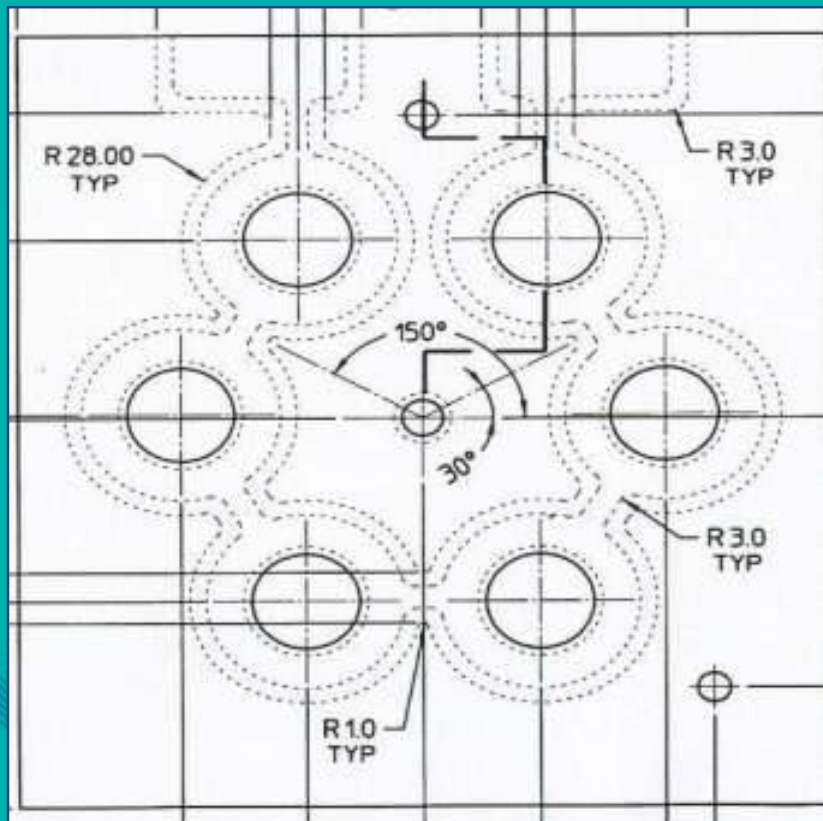
Serial Cooling Channels

擴散焊接技術實現2.5D隨形冷却水道

- 大面積(30000mm^2)焊接
- 減省大量鑽深孔及塞孔工序
- 解決冷却水泄漏問題
- 于同一夾面上流道可隨意設計



擴散焊接技術的優點與應用個案(1)



擴散焊接技術的優點與應用個案(1)

生產周期

15秒減至12秒 (↓ 20%)

變形

0.12 mm減至0.08mm (↓ 30%)

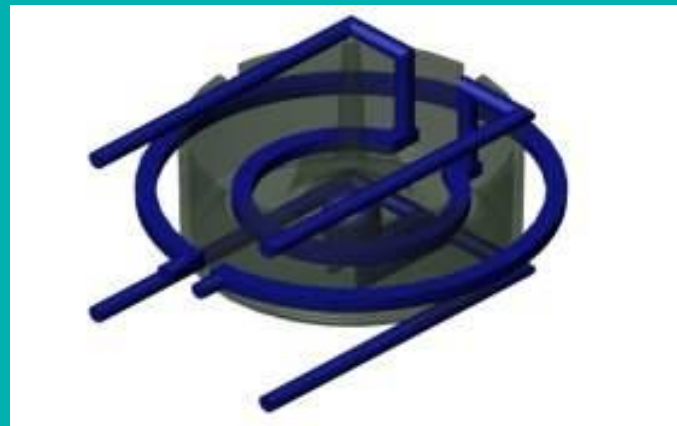
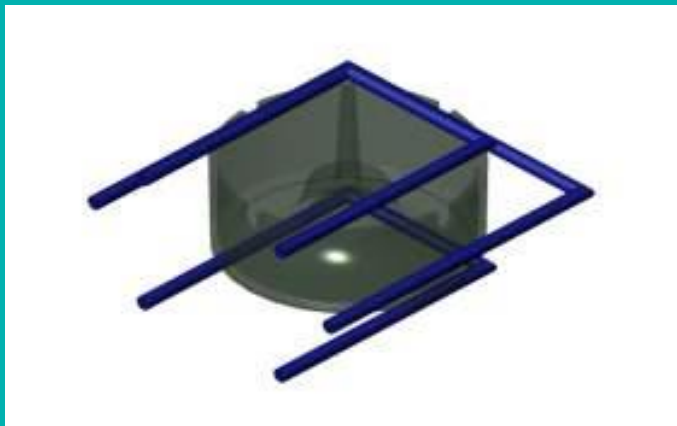
模具特點

1出6設計

模具材料

AISI H13

擴散焊接技術的優點與應用個案(2)



(a)傳統流道設計

(b)擴散焊接的流道設計

擴散焊接技術的優點與應用個案(2)

冷却時間

從30秒減少到18秒 (↓ 40%)

變形

0.2 mm減至0.16mm (↓ 20%)

模具材料

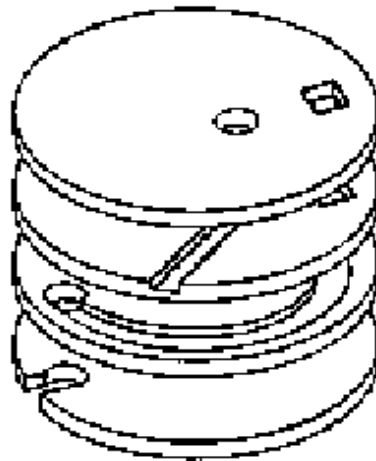
P20

擴散焊接技術的優點與應用個案(3)

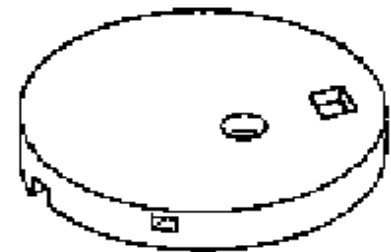
于工件表面
加工水道



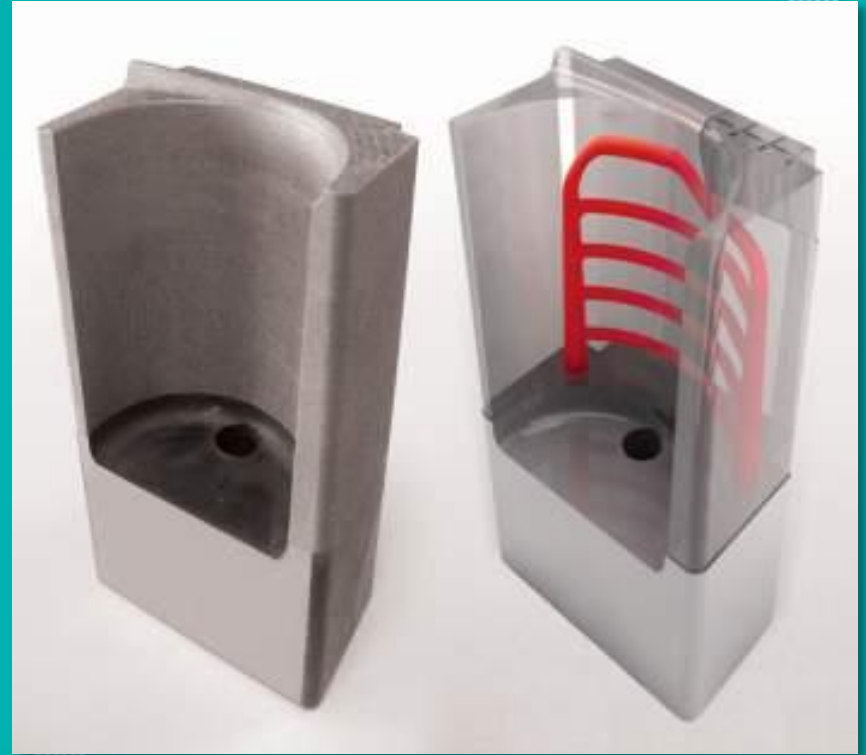
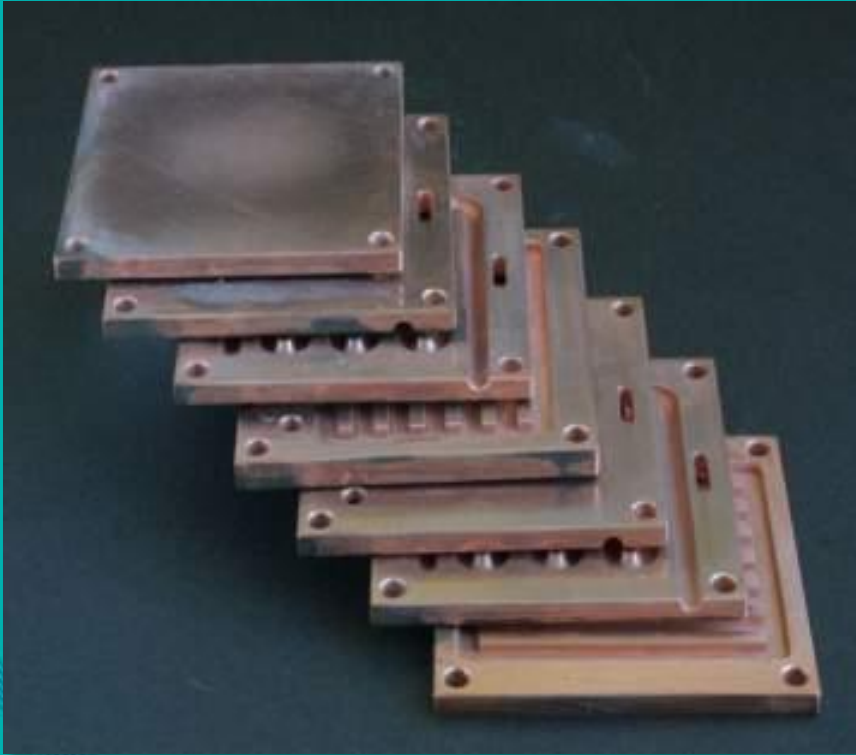
將已加工的
水道迭起



進行擴散
焊接



擴散焊接技術的優點與應用個案(3)



謝謝！