



應用多層射出技術增進高厚度鏡片之 表面輪廓精度與生產效率

研究生:陳博文

指導教授:黃明賢 教授

共同指導:粘世智 副教授

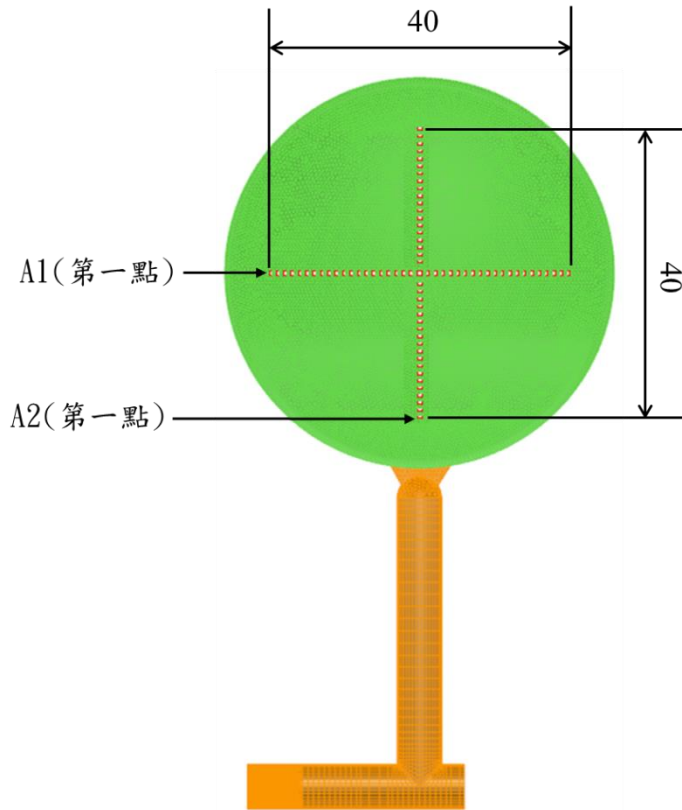
日期:2016/06/16



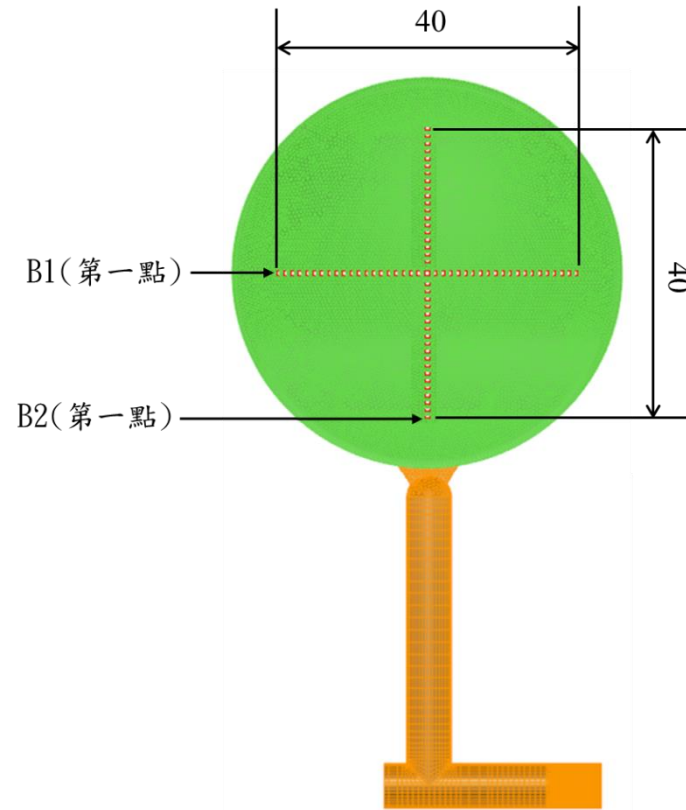
Moldex3d 模擬分析



Z軸向-鏡片量測點



鏡片量測點(A側)



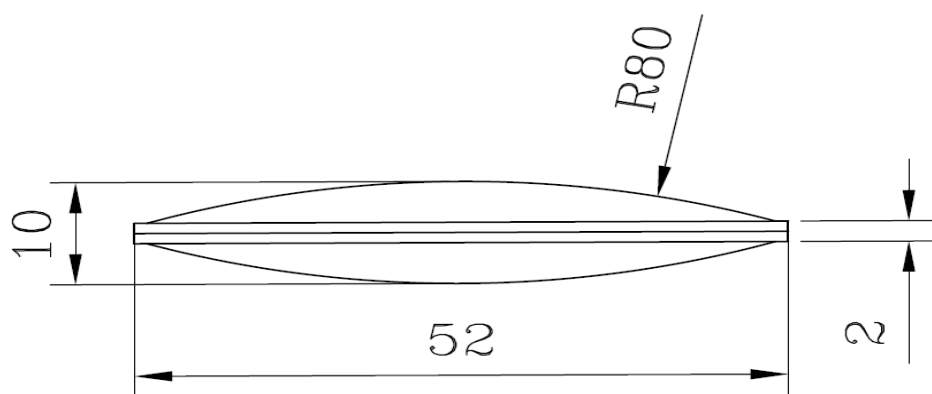
鏡片量測點(B側)

量測鏡片表面輪廓收縮現象，量測第一點為量測數據的基準點，量測鏡片總長度為40 mm，每條路徑共有41點，各點間距為1 mm

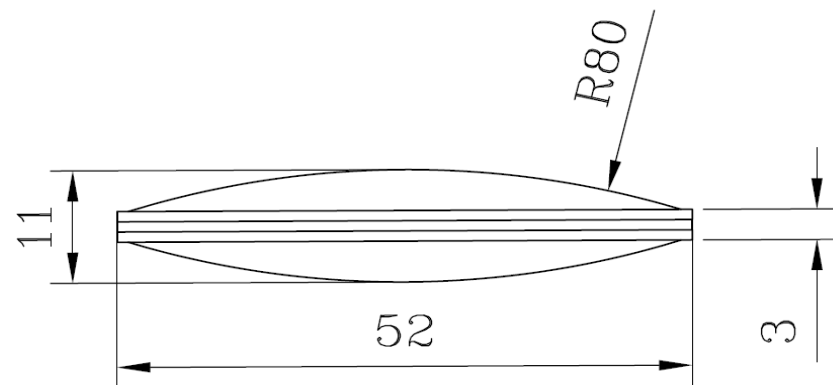
。



模擬鏡片尺寸圖



(a)傳統射出(澆口厚度2 mm)及雙層射出之尺寸圖



(a)傳統射出(澆口厚度3 mm)及三層射出之尺寸圖



高厚度凸透鏡射出順序

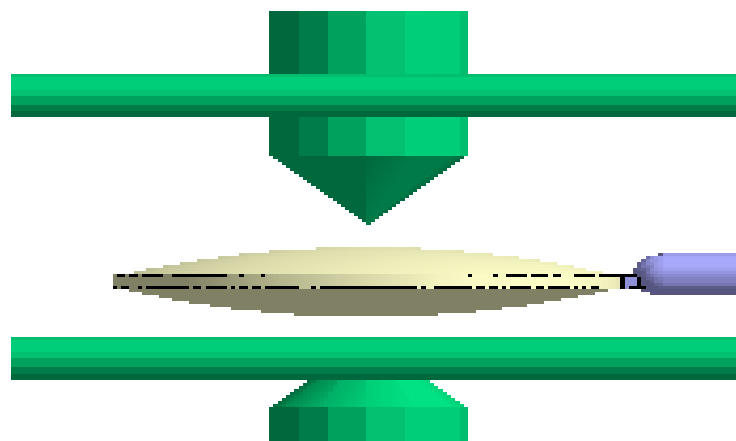
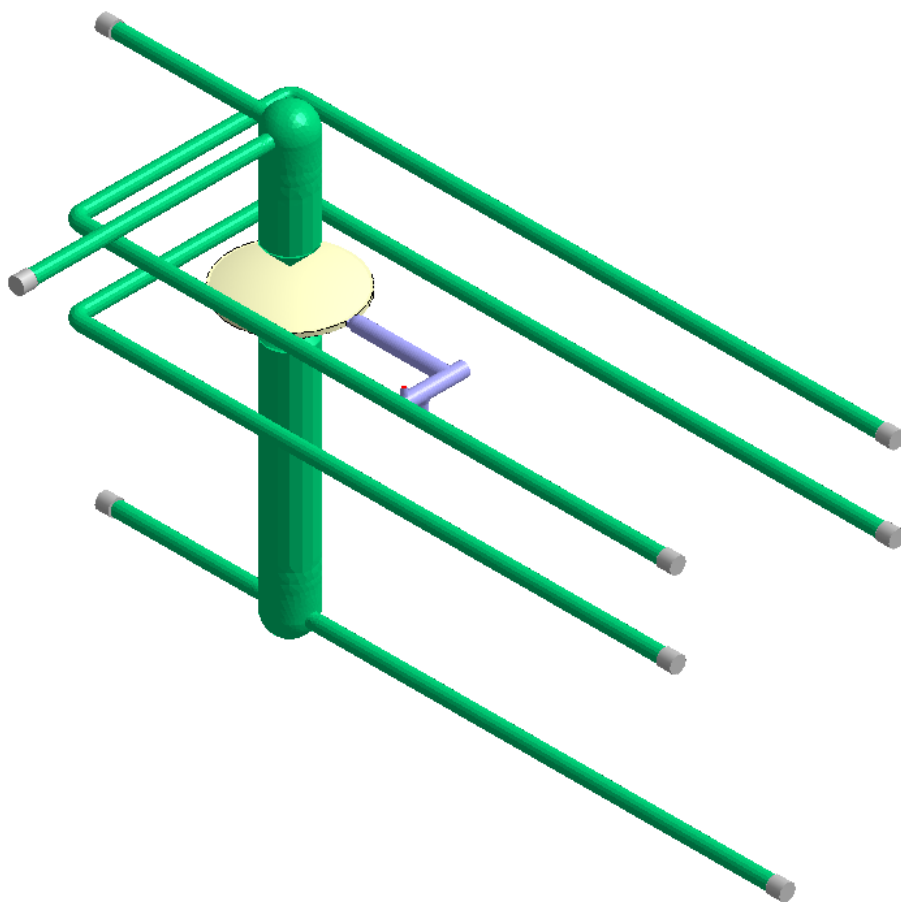


雙層射出

三層射出



水路設計



本實驗水路管徑為6mm，隔板式水路管徑為25 mm與產品距離10 mm，以隔板式水路達到散熱功效。



傳統射出(澆口厚度2 mm)及雙層射出



傳統射出-成型條件

射出機	FANUC S-2000i100A
材料型號	PC (AD-5503)-Panlite

項目	單位	數據
射出速度	mm/sec	20
射出壓力	%	100
VP 切換(充填體積)	%	98
保壓時間	sec	20
保壓壓力	kgf/cm ²	1400
冷卻時間	sec	30
熔膠溫度	°C	285
模具溫度	°C	100

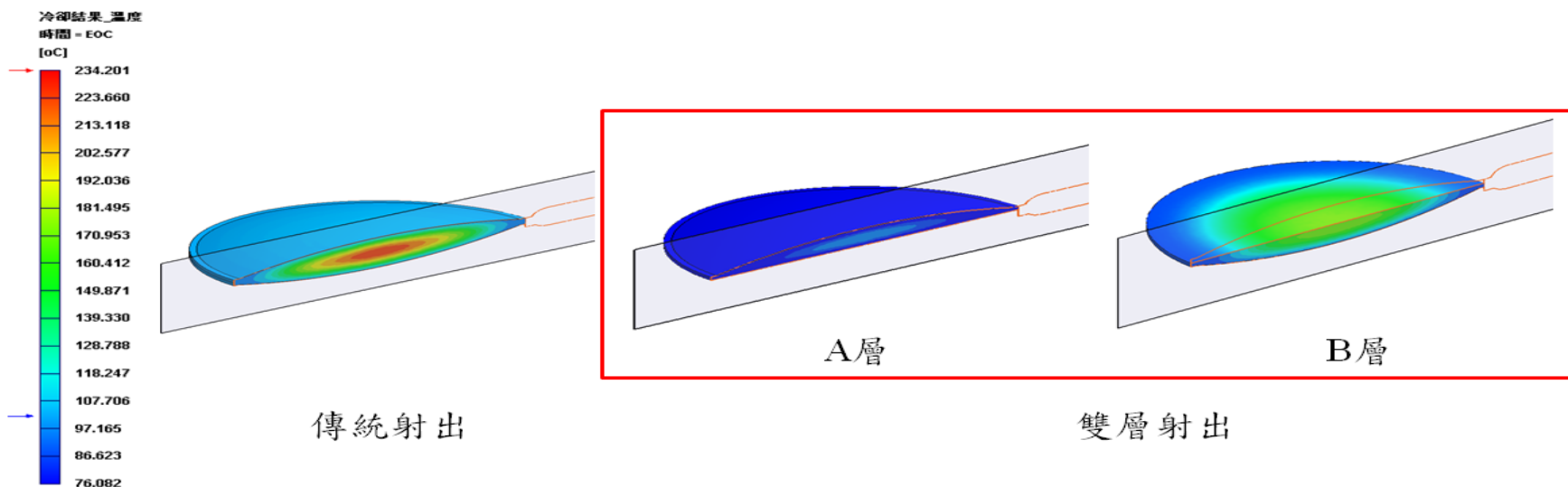


雙層射出-成型條件

射出機	FANUC S-2000i100A		
材料型號	PC (AD-5503)-Panlite		
項目	單位	數據	
射出速度	mm/sec	20	
射出壓力	%	100	
VP 切換(充填體積)	%	98	
保壓壓力	kgf/cm ²	1400	
保壓時間	sec	20	
冷卻時間	sec	30	
熔膠溫度	°C	285	
嵌件溫度	°C	125	
模具溫度(母/公模)	°C	60/100	



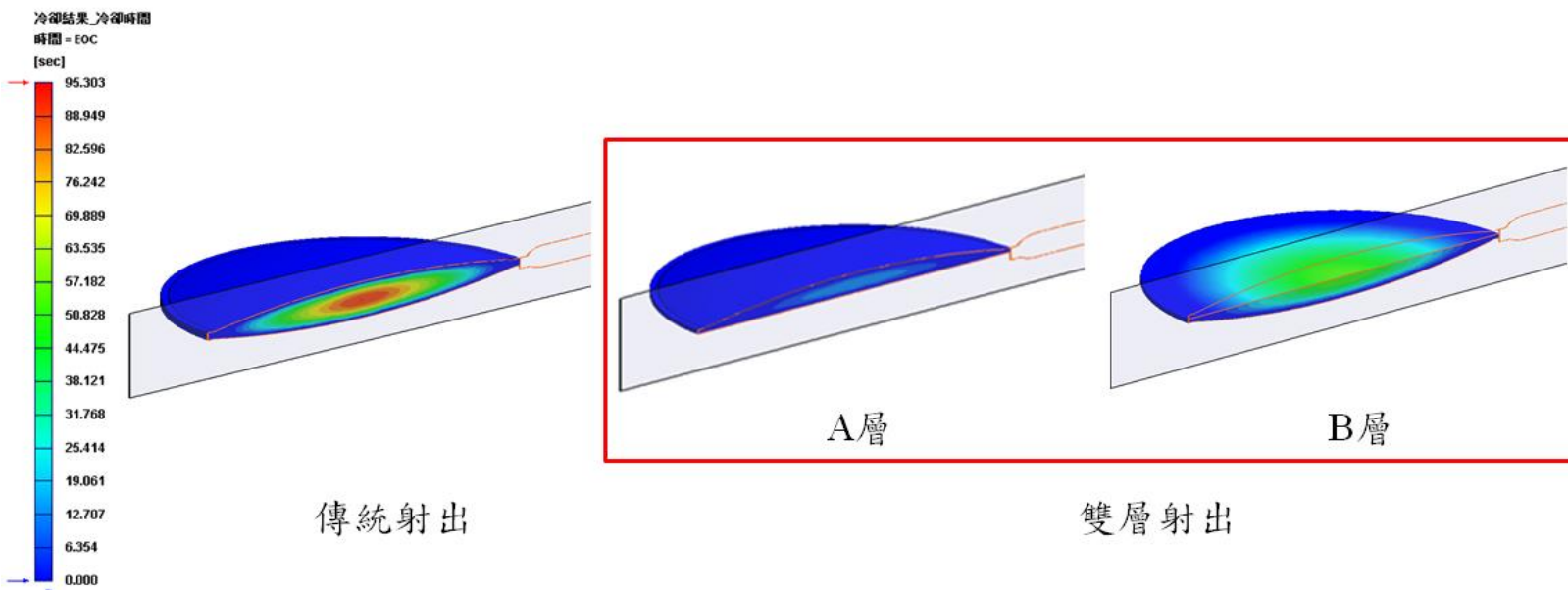
冷卻結果-溫度分佈



設定冷卻時間為30秒，傳統射出與雙層射出高厚度凸透鏡剖面溫度分佈。模擬結果顯示傳統射出中心區域溫度最高為 234.2°C ，雙層射出A、B層最高溫度為 96.3°C 及 151.4°C 。



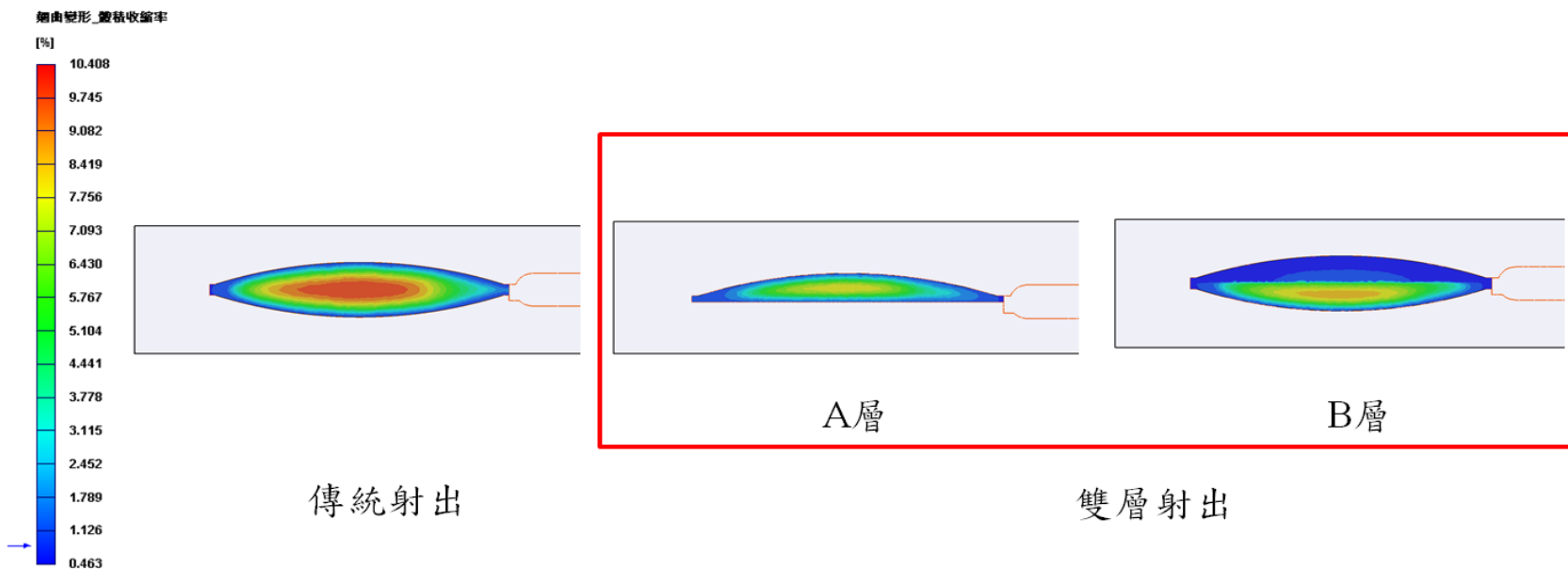
到達頂出溫度的冷卻時間



模擬充填至保壓結束時，高厚度凸透鏡所需的冷卻時間。
傳統射出所需冷卻時間為95.3s。
雙層射出A、AA所需冷卻時間為17.8s、55.3s。



翹曲變形-體積收縮率

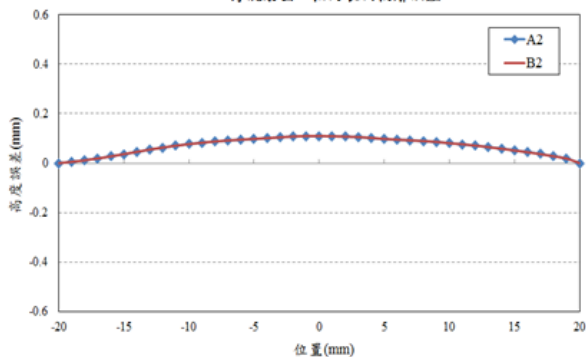


模擬結果顯示傳統射出高厚度凸透鏡中心積熱區域體積收縮率高達10.4%，雙層射出A、B層則為8.4及8.9%，模擬證實雙層射出有助於降低表面輪廓誤差。

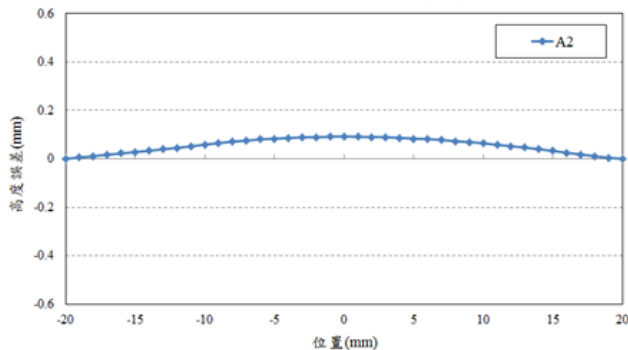


Z軸向-表面輪廓誤差

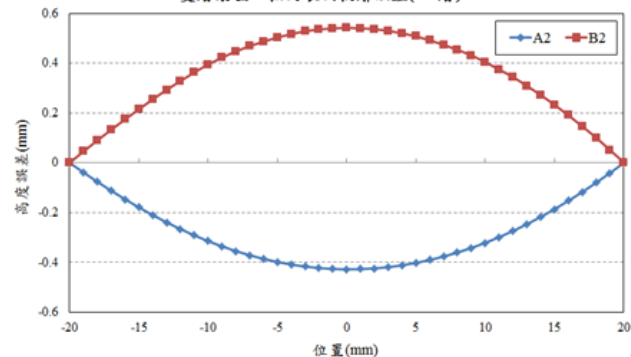
傳統射出-Z軸向表面輪廓誤差



雙層射出-Z軸向表面輪廓誤差(A層)



雙層射出-Z軸向表面輪廓誤差(AB層)



傳統射出Z軸向表面輪廓呈上下均勻收縮，中心厚部最大收縮0.11 mm。雙層射出A層模擬中心厚部最大收縮0.9 mm，然而，至AB層模擬時，A層表面輪廓膨脹至-0.42 mm，B層則往A層方向收縮至0.54 mm。主因為B層射出時，一側為模具一側為嵌件，造成非對稱熱傳導等因素，使B層往內收縮拉扯A層膨脹所致。



傳統射出(澆口厚度3 mm)及三層射出



傳統射出成型條件

射出機	FANUC S-2000i100A	
材料型號	PC(AD-5503) 帝化人公司 - 日本	
<hr/>		
項目	單位	數據
射出速度	mm/sec	20
射出壓力	%	100
VP 切換(充填體積)	%	98
保壓時間	sec	20
保壓壓力	Kgf/cm ²	1400
冷卻時間	sec	30
料溫	°C	285
模具溫度	°C	100



三層射出-成型條件(A)

射出機	FANUC S-2000i100A		
材料型號	PC (AD-5503)-Panlite		
項目	單位	數據	
射出速度	mm/sec	20	
射出壓力	%	100	
VP 切換(充填體積)	%	98	
保壓壓力	kgf/cm ²	1400	
保壓時間	sec	20	
冷卻時間	sec	30	
熔膠溫度	°C	285	
模具溫度(母/公模)	°C	60/100	



三層射出成型條件(ABA)

射出機

FANUC S-2000i100A

材料型號

PC(AD-5503) 帝化人公司 - 日本

項目	單位	數據
射出速度	mm/sec	20
射出壓力	%	100
VP 切換(充填體積)	%	98
保壓時間	sec	10
保壓壓力	Kgf/cm ²	1400
冷卻時間	Sec	30
料溫	°C	285
模具溫度(母/公模)	°C	60

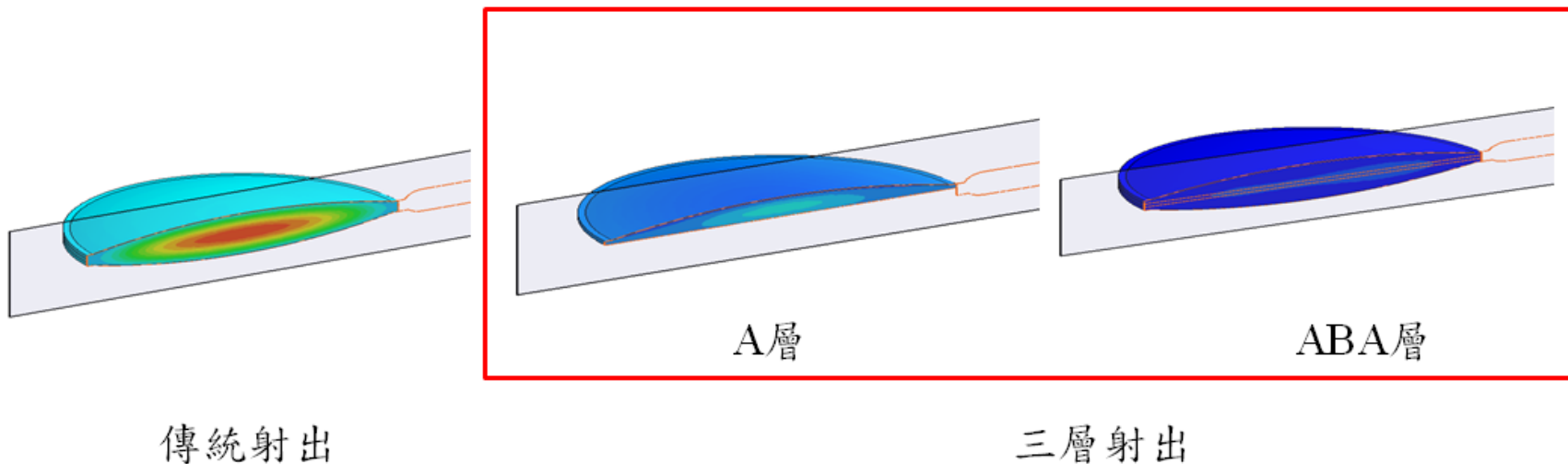
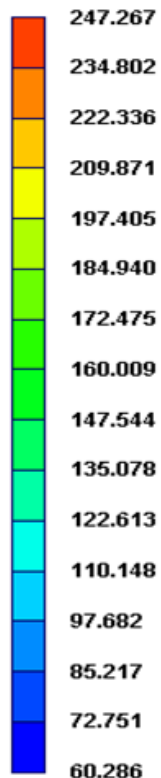


冷卻結果-溫度分佈

冷卻結果_溫度

時間 = EOC

[$^{\circ}\text{C}$]

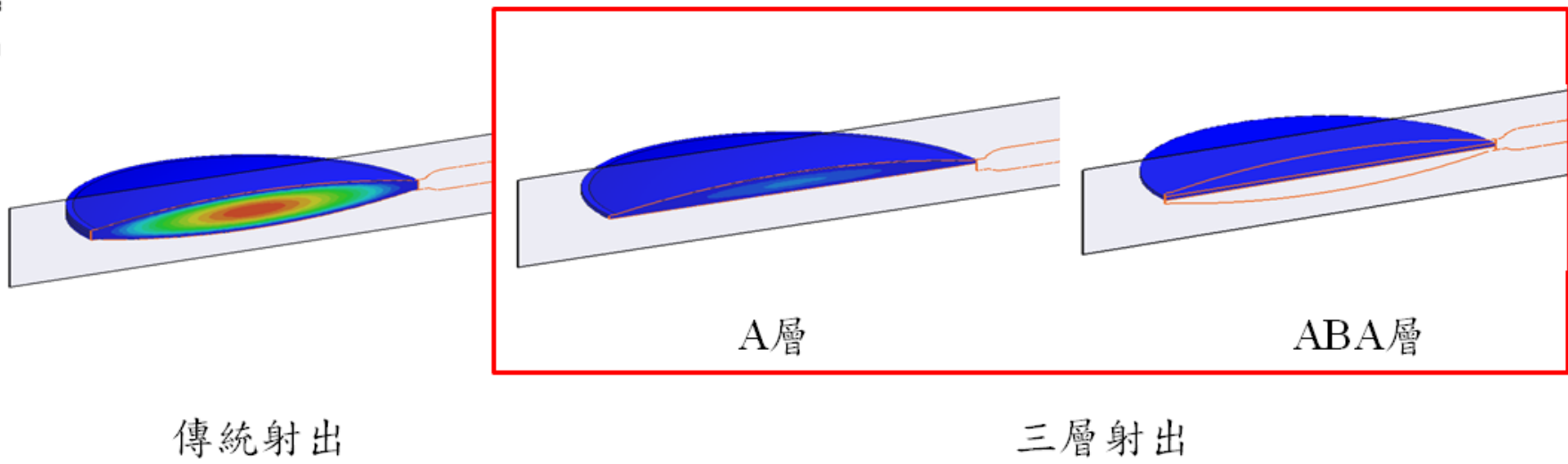
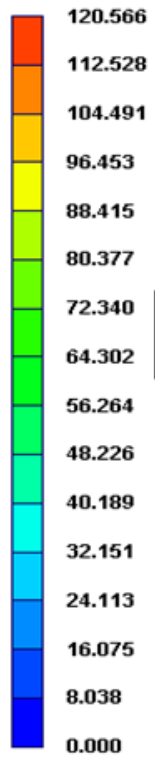


設定冷卻時間為30秒，傳統射出與雙層射出高厚度凸透鏡剖面溫度分佈。模擬結果顯示傳統射出中心區域溫度最高為 237.3°C ，三層射出A、ABA層最高溫度為 116.9°C 及 80.8°C 。



到達頂出溫度的冷卻時間

冷卻結果_冷卻時間
時間 = EOC
[sec]



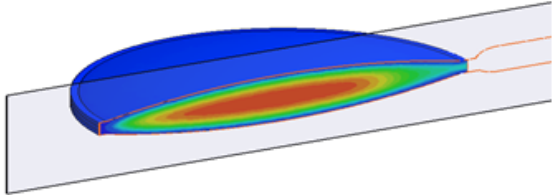
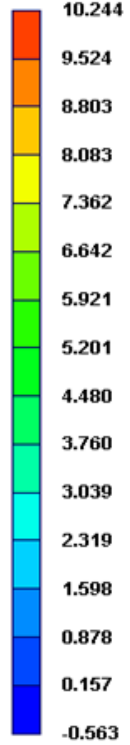
模擬充填至保壓結束時，高厚度凸透鏡所需的冷卻時間。
傳統射出所需冷卻時間為120.6s。
三層射出A、ABA所需冷卻時間為17.8s、0.7s。
模擬得知三層射出B層冷卻時間不需要太長。



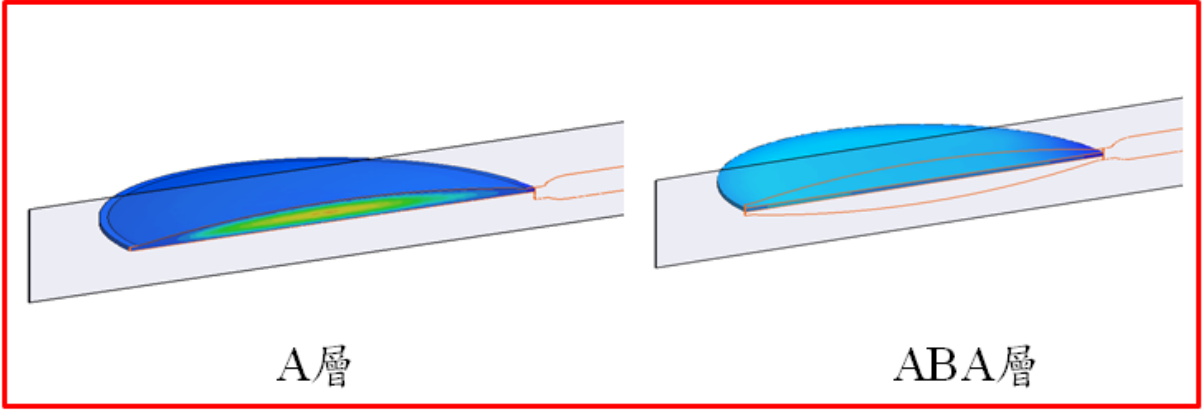
翹曲變形-體積收縮率

翹曲變形_體積收縮率

[%]



傳統射出



三層射出

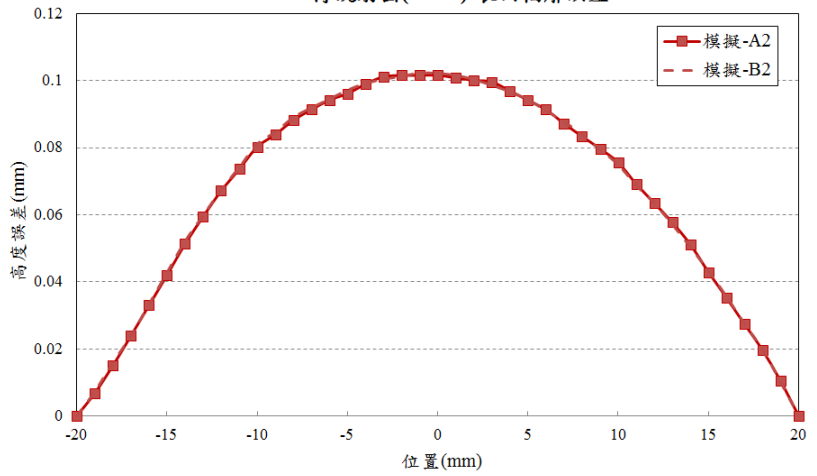
模擬結果顯示傳統射出高厚度凸透鏡中心積熱區域體積收縮率高達10.44%，雙層射出A、B層則為8.43及1.69%，模擬證實雙層射出有助於降低表面輪廓誤差。



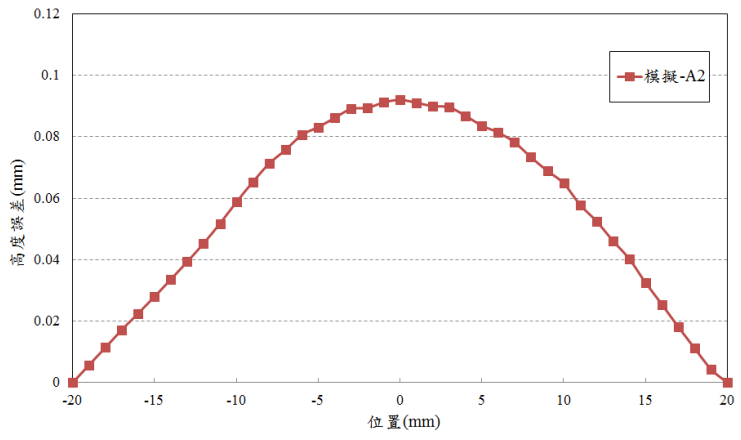
Z軸向-表面輪廓誤差

傳統射出(右上)
三層射出(下圖)

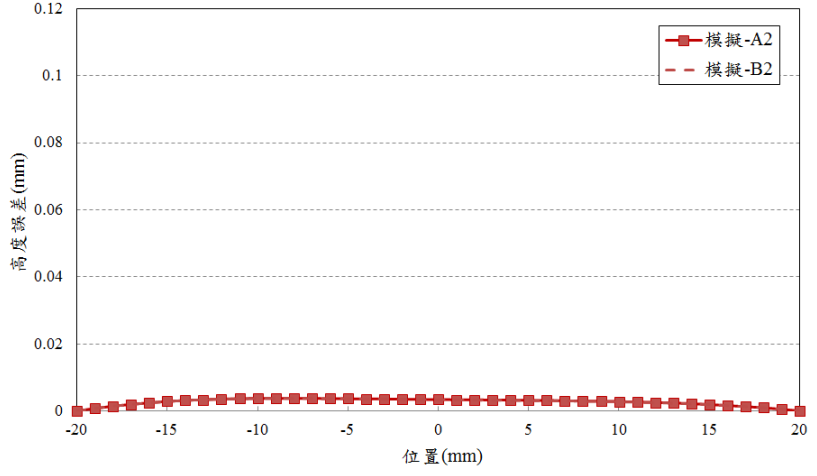
傳統射出(3mm)-表面輪廓誤差



三層射出(A)-表面輪廓誤差



三層射出(ABA)-表面輪廓誤差



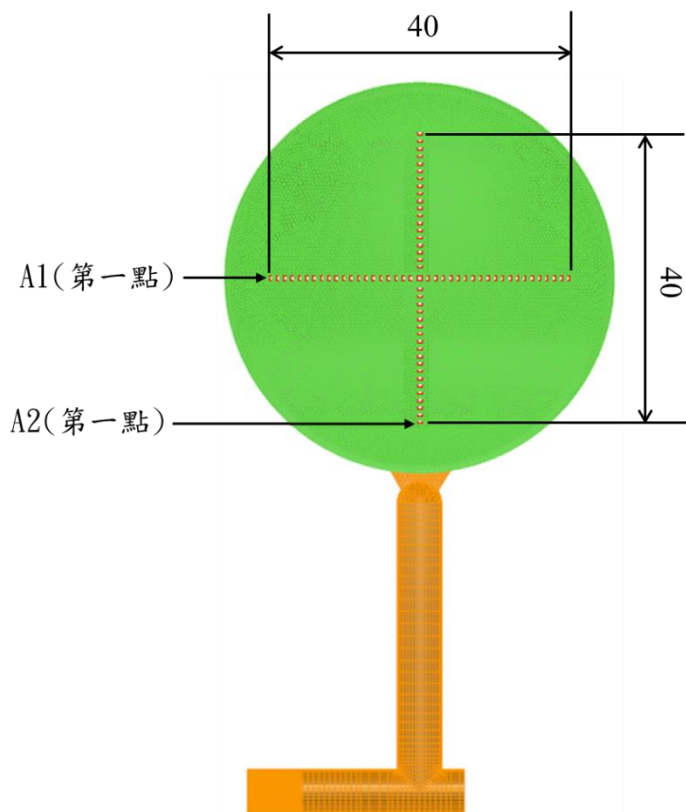
表面輪廓呈均勻收縮，且三層射出大幅降低表面輪廓誤差。



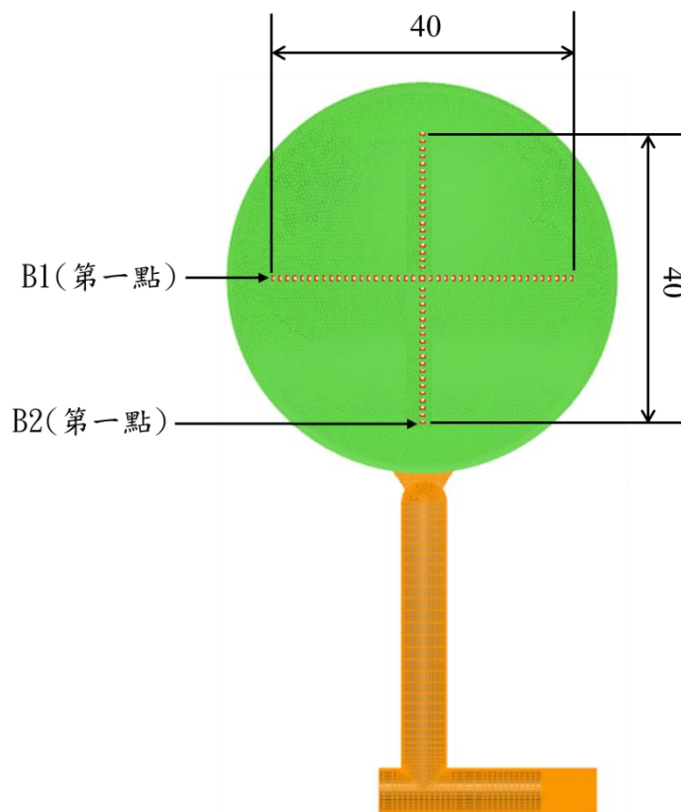
實際射出驗證



鏡片量測點



鏡片量測點(A側)



鏡片量測點(B側)

量測鏡片表面輪廓收縮現象，量測第一點為量測數據的基準點，量測鏡片總長度為40 mm，每條路徑共有41點，各點間距為1 mm

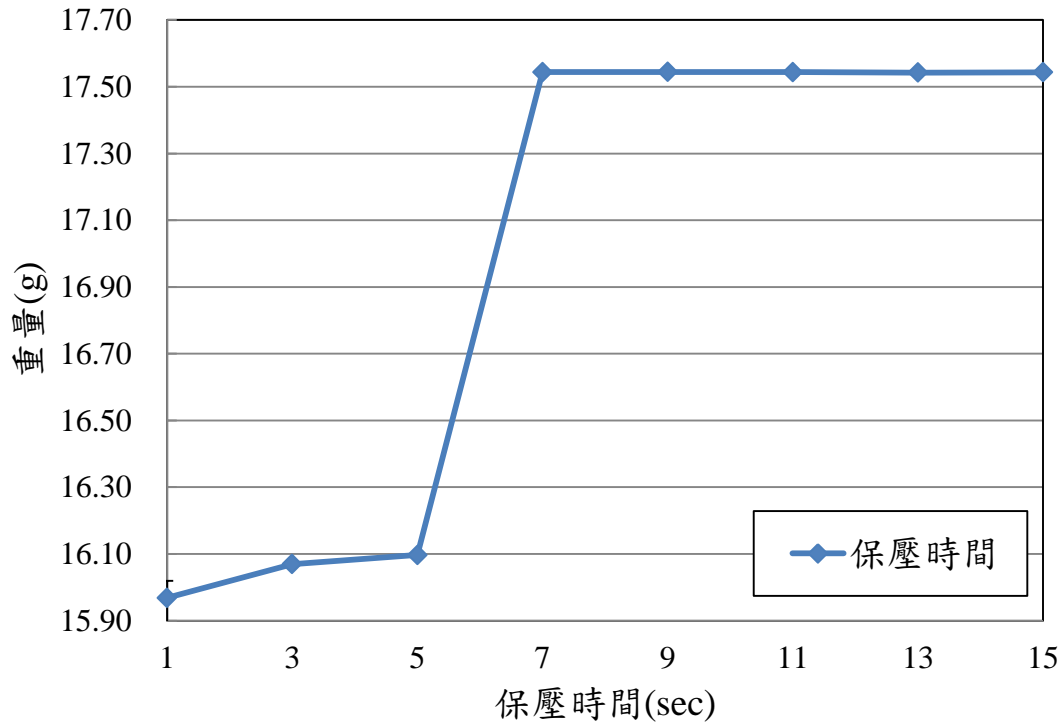
。



傳統射出-高厚度凸透鏡(澆口厚度2 mm)



澆口凝固時間



澆口凝固時間

參數	數據
保壓壓力	1600 kgf/cm ²
熱澆道	285 °C
料溫	285 °C
模溫	100 °C

以最大保壓壓力、模具溫度，擷取澆口凝固時間，當保壓時間1至5秒時，保壓時間嚴重不足，產品呈現凹陷狀態，當保壓時間延長至7秒時，澆口以凝固，重量呈現穩定狀態。



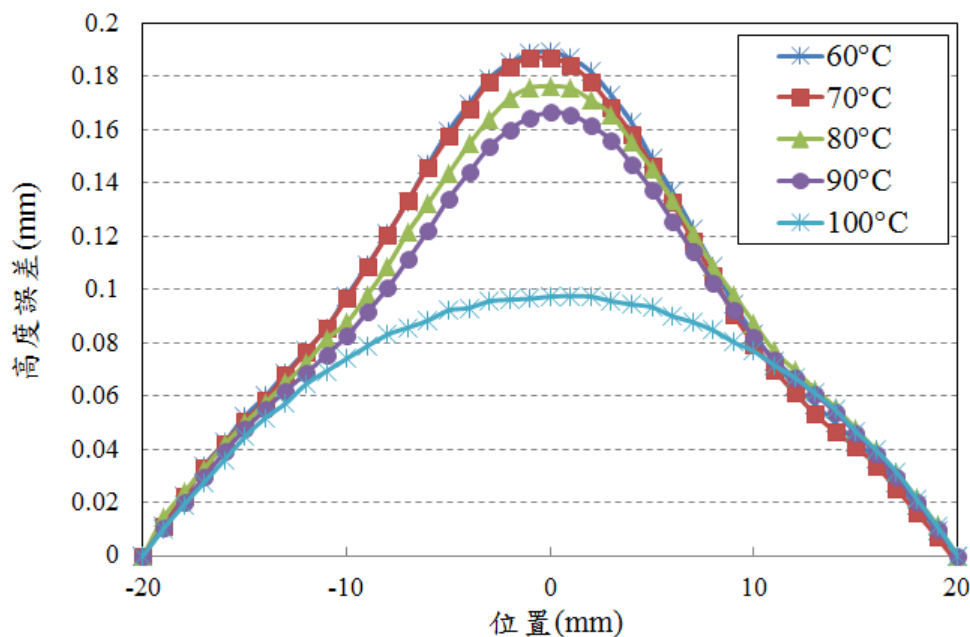
參數水準設定

	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
模具溫度 (°C)	60	70	80	90	100
保壓壓力 (kgf/cm ²)	800	1000	1200	1400	1600
冷卻時間 (sec)	120	150	180	210	240

採用單一參數法，以五個水準，找出最佳影響因子。



模具溫度對表面輪廓之影響



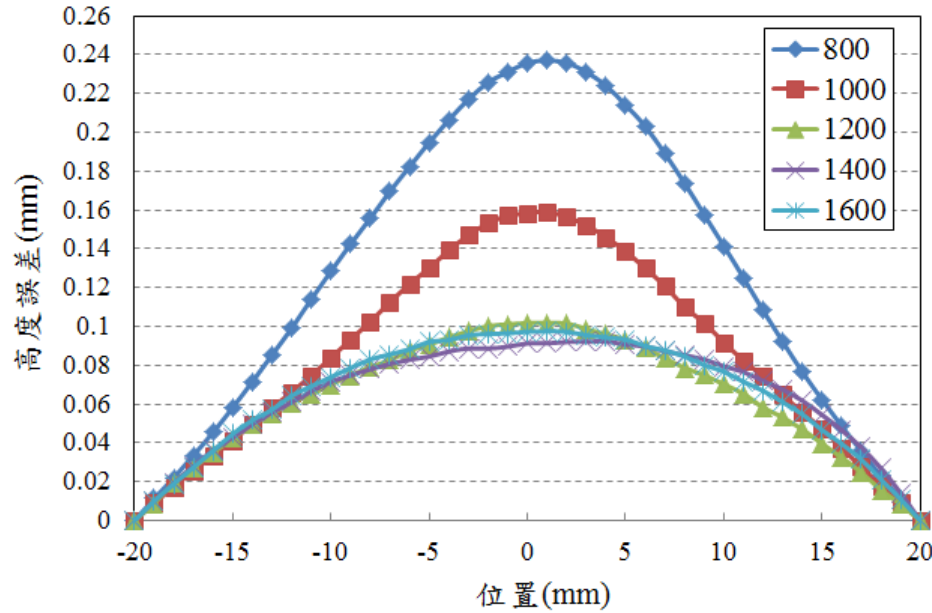
參數	數據
保壓壓力	1200 kgf/cm ²
保壓時間	20 sec
冷卻時間	240 sec
熱澆道	285 °C
料溫	285 °C

模具溫度對表面輪廓之影響

隨著模具溫度的升高，高厚度鏡片的表面輪廓誤差隨之降低，且低模溫射出的產品容易有流痕流動性不佳等狀況產生。



保壓壓力對表面輪廓之影響



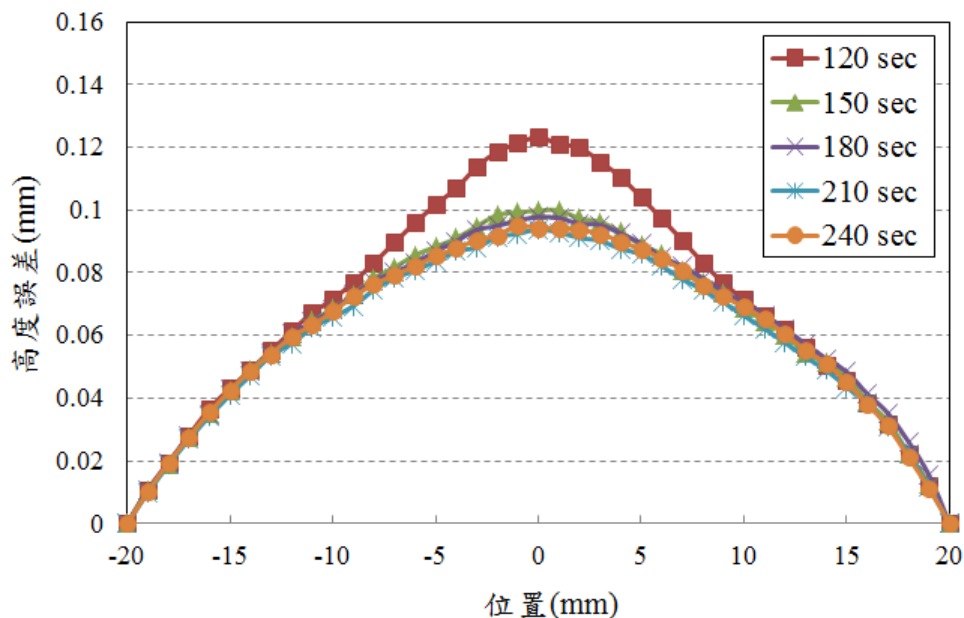
參數	數據
保壓時間	20 sec
冷卻時間	240 sec
熱澆道	285 °C
料溫	285 °C
模溫	100 °C

保壓壓力對表面輪廓之影響

當保壓壓力越大時，產品厚度增加。然而，當保壓壓力 1200 kgf/cm²，產品表面輪廓已達穩定。



冷卻時間對表面輪廓之影響



參數	數據
保壓壓力	1200 kgf/cm ²
保壓時間	20 sec
熱澆道	285° C
料溫	285° C
模溫	100° C

冷卻時間對表面輪廓之影響

厚度量測結果冷卻時間在150秒之後，厚度變化穩定。

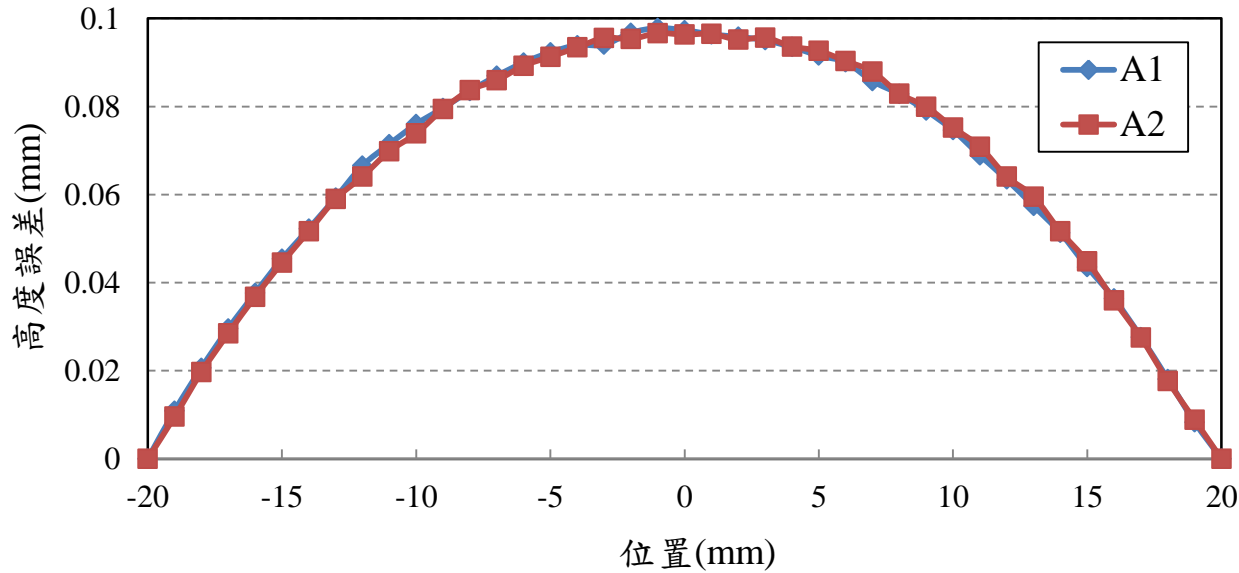


傳統射出-最佳成型參數

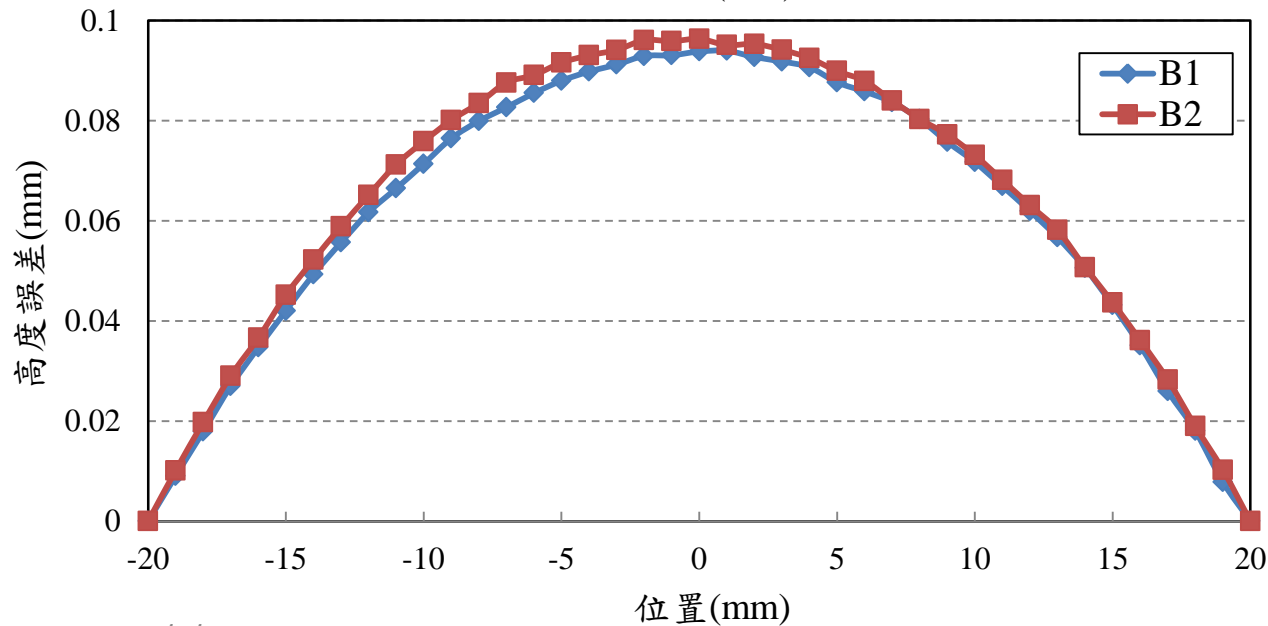
參數	數據		
	第一段	第二段	第三段
射出速度	8 mm/s	3 mm/s	20 mm/s
螺桿位置	42-37 mm	37-34 mm	34-5 mm
VP切換位置		5 mm	
保壓壓力		1200 kgf/cm ²	
保壓時間		20 sec	
冷卻時間		210 sec	
熱澆道		285°C	
料溫		285°C	
模溫		100°C	



表面輪廓量測



表面輪廓誤差(A側)



表面輪廓誤差(B側)



雙層射出-高厚度凸透鏡



雙層射出-高厚度凸透鏡(A)



多層射出(型式二)

第一階段表面層射出：
射出上表皮層，待冷卻完成
後開模。

第二階段核心層連續射出：
將第一階段完成之上表面層
放置模穴中進行下表皮層射
出。

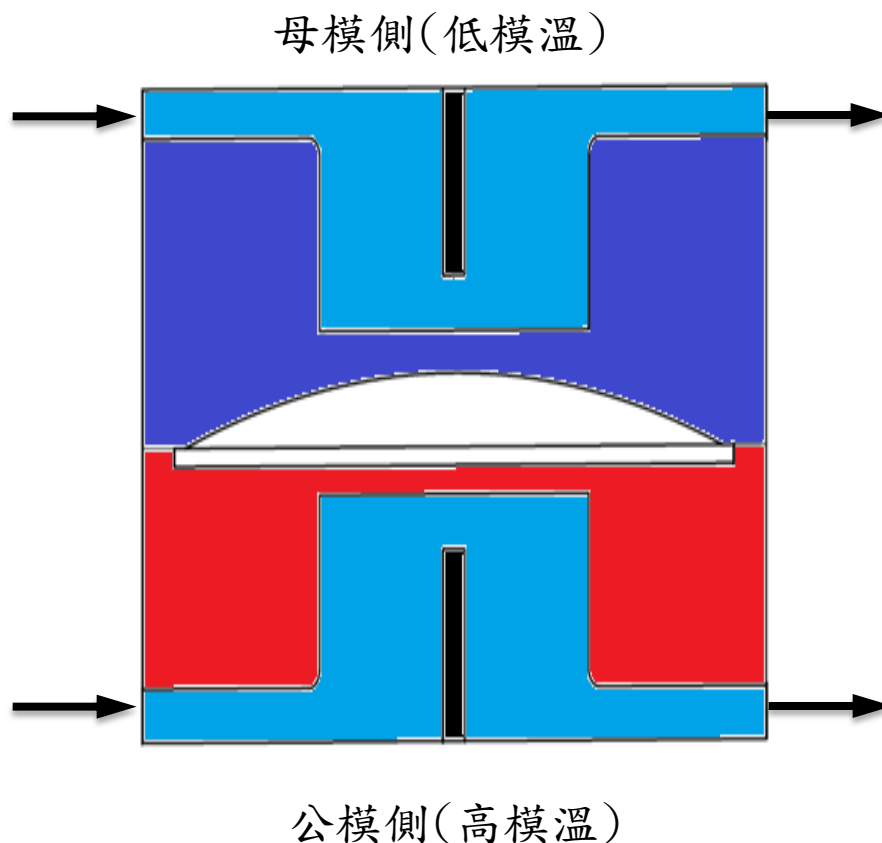


多層射出(型式二)示意圖



不同模面溫度對表面輪廓之影響

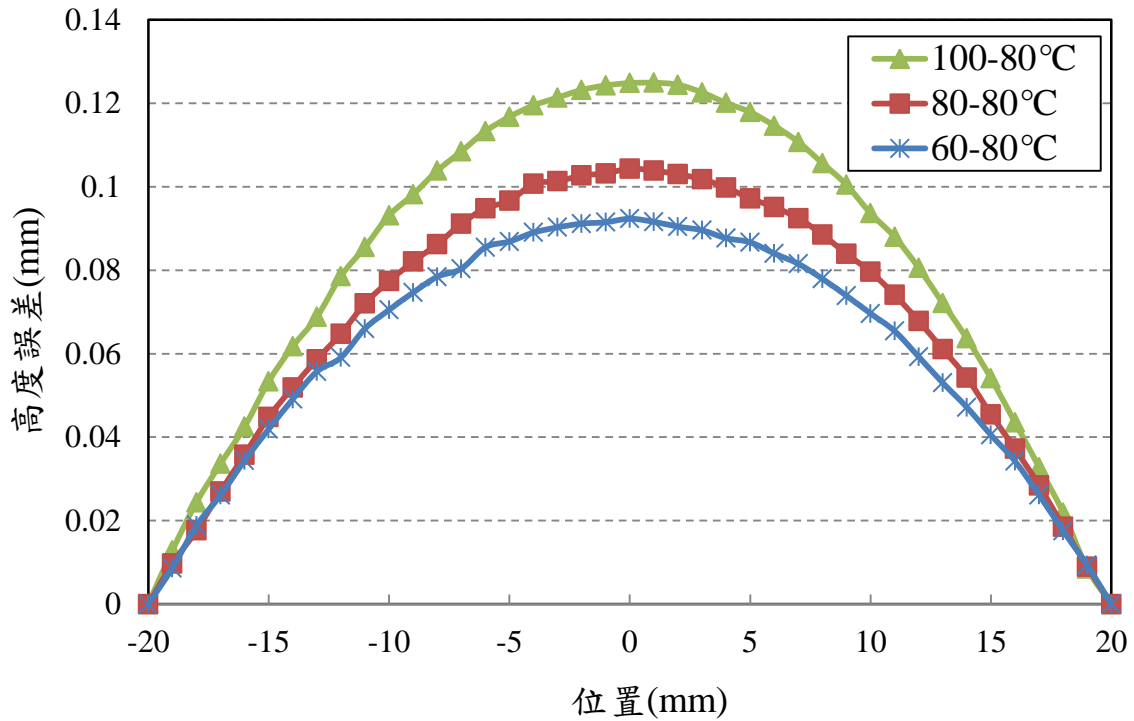
- 本研究以高凸透鏡為載具，利用模溫差進而提高鏡片外型表面輪廓精度。
- 在模溫設定上，低模溫(母模)使熔膠在表皮層快速冷卻大幅降低外型表面輪廓變形，而高模溫(公模)使流動性增加，可能會有嚴重收縮，但可藉由二次射出補償收縮，因此不會影響鏡片曲面外型精度。



不同模面溫度示意圖



模具溫度對表面輪廓之影響



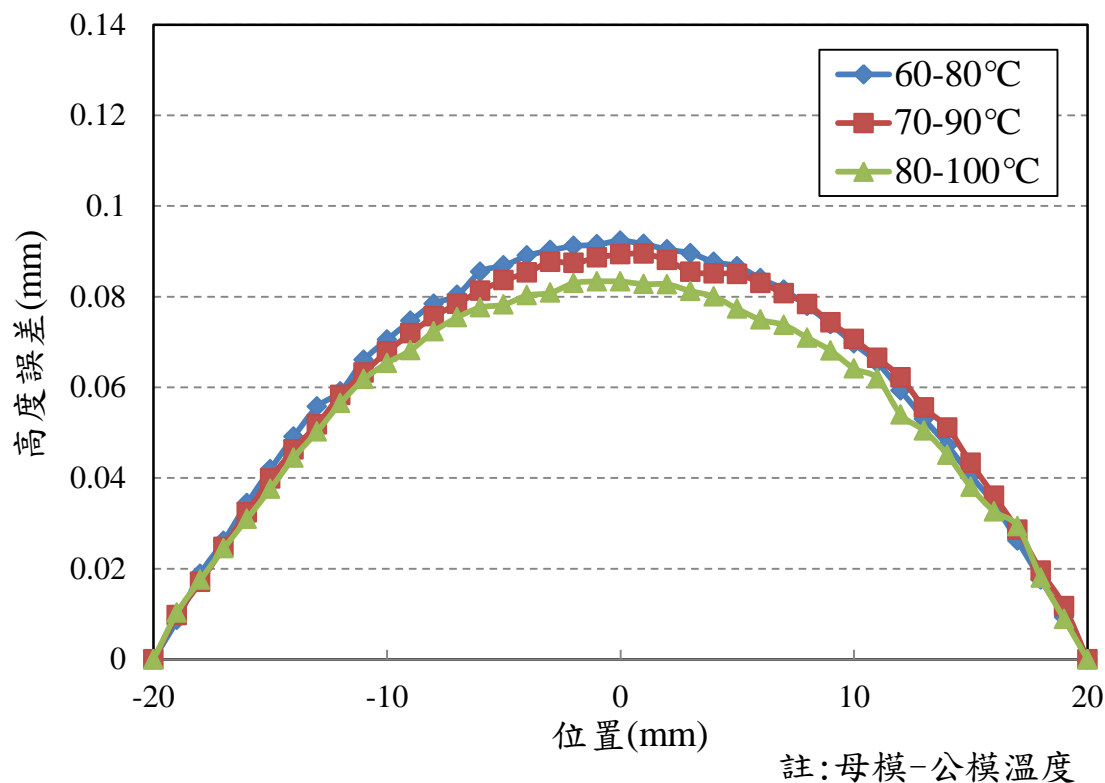
參數	數據
保壓壓力	1600 kgf/cm ²
保壓時間	20 sec
冷卻時間	120 sec
熱澆道	285 °C
料溫	285 °C

註:母模-公模溫度

高厚度凸透鏡片的表面輪廓在母模側，因此公模溫度固定為80°C時，當母模溫度越高時，表面輪廓誤差越大。由此圖可知母模溫度越低時，表面輪廓精度越高。



模具溫度對表面輪廓之影響

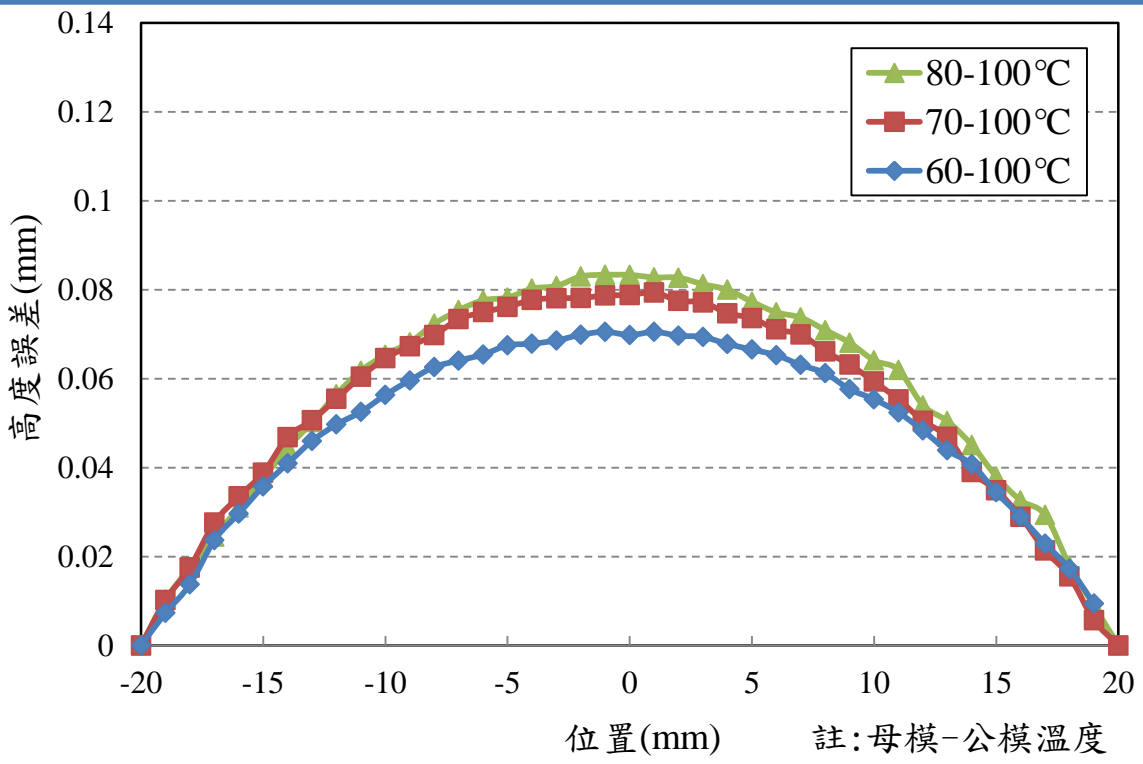


參數	數據
保壓壓力	1600 kgf/cm ²
保壓時間	20 sec
冷卻時間	120 sec
熱澆道	285 °C
料溫	285 °C

高厚度凸透鏡片的表面輪廓在母模側，當模溫差固定為20°C時，公母模溫度越高表面輪廓誤差越小。



模具溫度對表面輪廓之影響

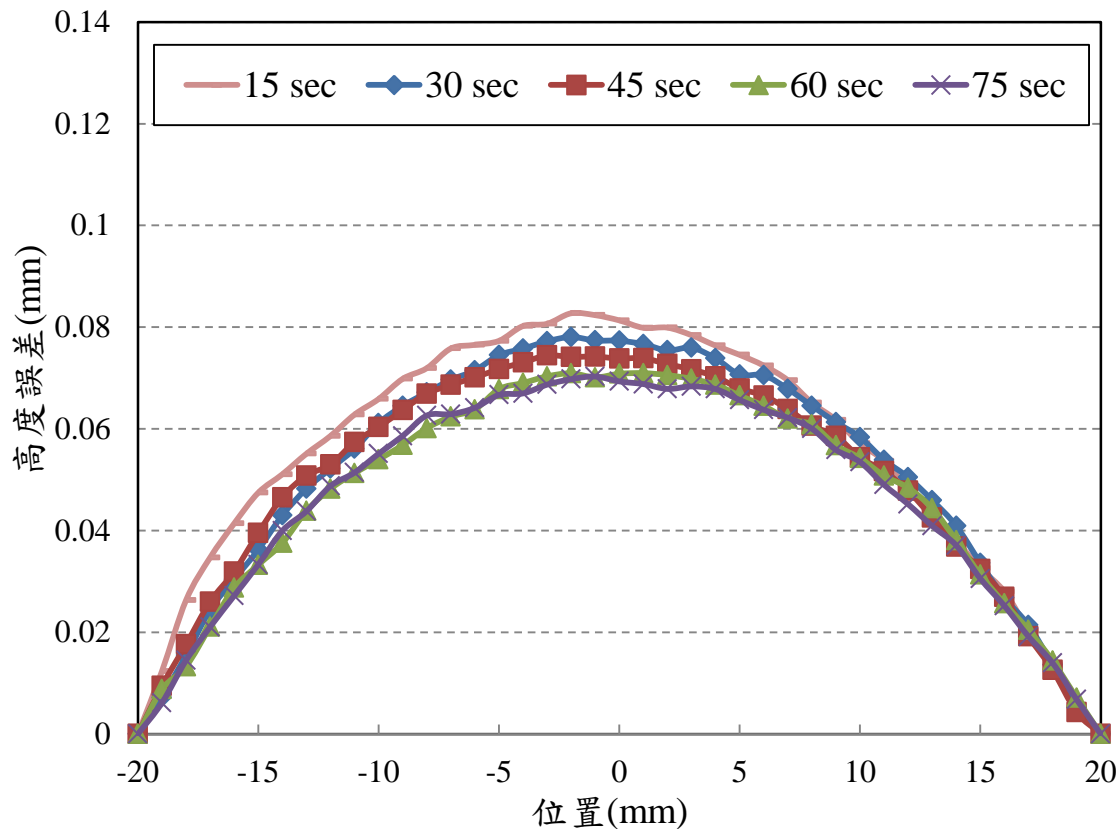


參數	數據
保壓壓力	1600 kgf/cm ²
保壓時間	20 sec
冷卻時間	120 sec
熱澆道	285°C
料溫	285°C

高厚度凸透鏡片的表面輪廓在母模側，當公模側固定為100°C時，母模側溫度越低，熔膠充填入模穴中，母模側快速冷卻，可降低表面輪廓誤差。



冷卻時間對表面輪廓之影響



參數	數據
保壓壓力	1600 kgf/cm ²
保壓時間	20 sec
熱澆道	285 °C
料溫	285 °C
模溫	60 °C(母模)、 100 °C(公模)

冷卻時間為60秒時，高厚度凸透鏡表面輪廓不再收縮呈現穩定階段。

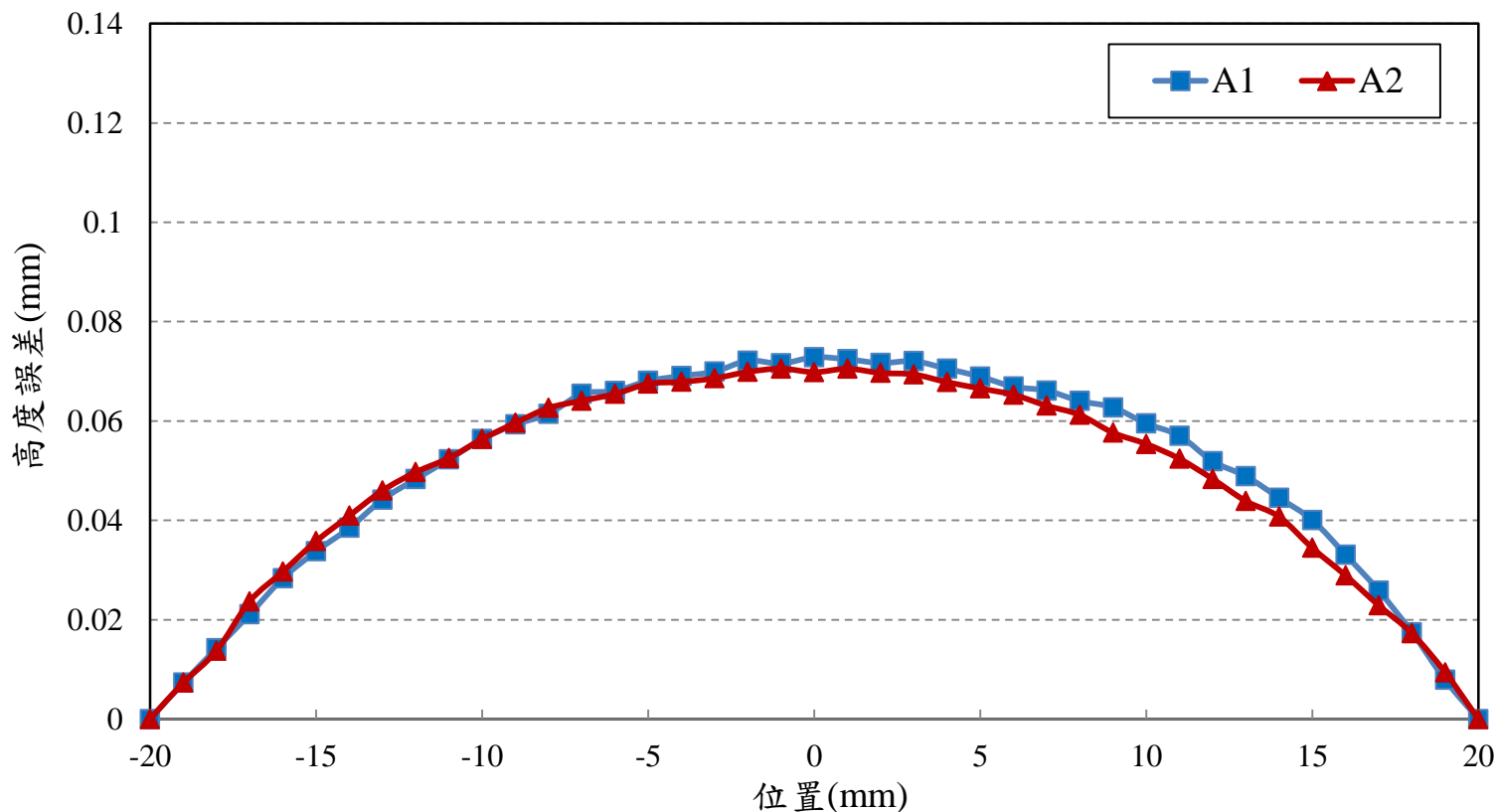


雙層射出(A)-最佳成型參數

參數	數據		
	第一段	第二段	第三段
射出速度	8 mm/s	3 mm/s	20mm/s
螺桿位置	32-25 mm	25-24 mm	24-5 mm
VP切換位置	5 mm		
保壓壓力	1400 kgf/cm ²		
保壓時間	20 sec		
冷卻時間	60 sec		
熱澆道	285 °C		
料溫	285 °C		
模溫	60 ° C(母模)、100 ° C(公模)		



表面輪廓量測



A側-表面輪廓誤差

由三次元量測得知量測路徑A1、A2收縮相當一致，中心肉厚區域收縮最為嚴重，模擬與實射趨勢結果相符。

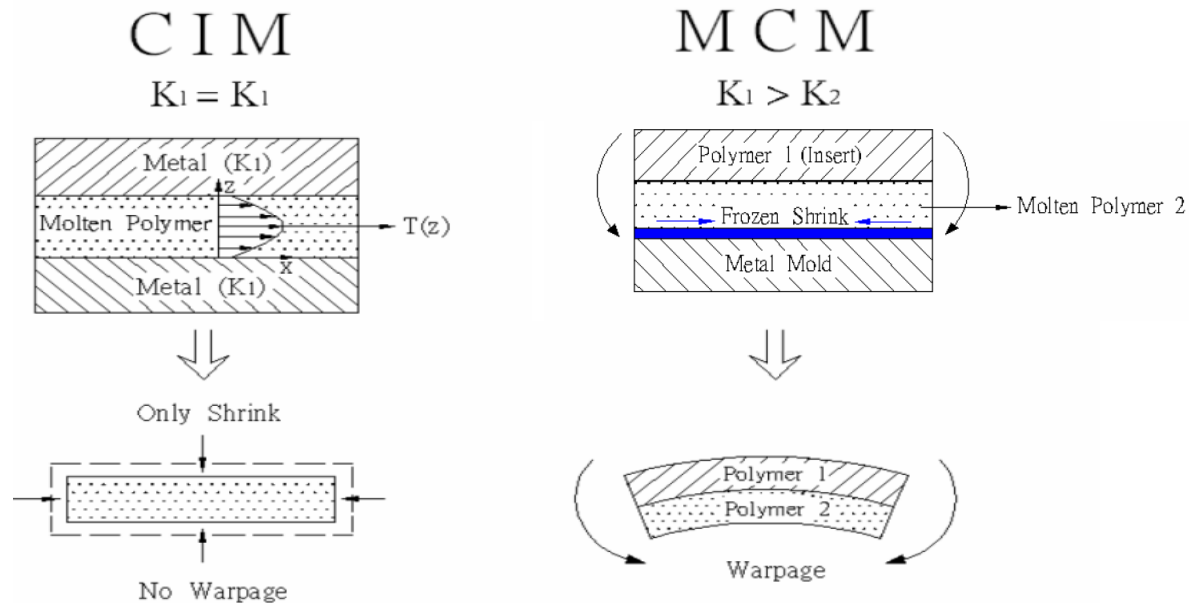


雙層射出-高厚度凸透鏡(AB)



傳統與雙層射出差異

雙層射出與傳統射出成型有些微差異，傳統射出成型模穴均為金屬模壁，呈現均勻收縮。雙層射出一側為模壁一側為嵌件，含有錯綜複雜的性質以及難以了解的物理性質，因此雙層射出產品會出現異於傳統成型的問題，如翹曲變型、非對稱熱傳導使塑件收縮不均。



CIM與MCM之差異

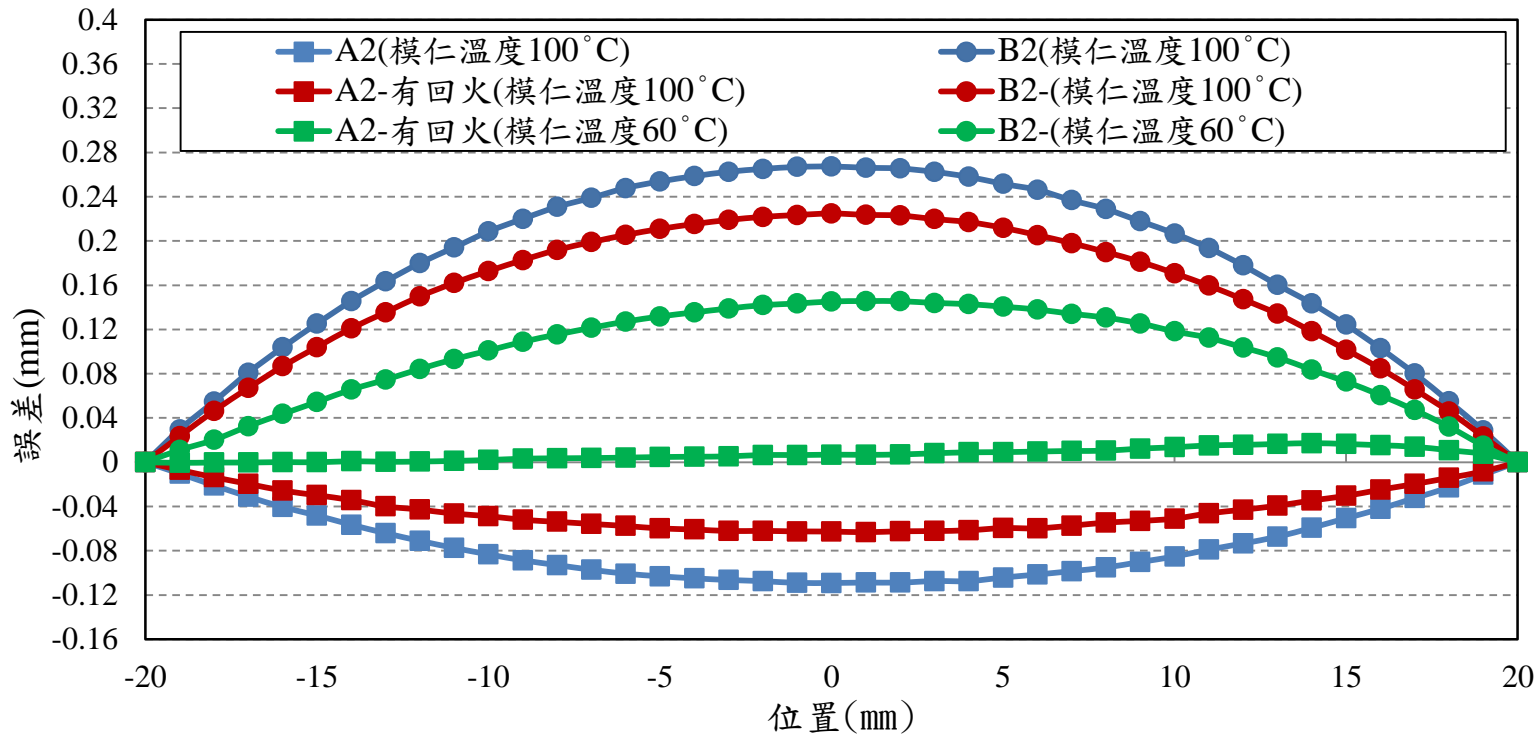


雙層射出-成型參數

參數	數據		
	第一段	第二段	第三段
射出速度	8 mm/s	3 mm/s	25 mm/s
螺桿位置	31-26 mm	26-24 mm	24-5 mm
VP切換位置	5 mm		
保壓壓力	1400 kgf/cm ²		
保壓時間	20 sec		
熱澆道	285° C		
料溫	285° C		



雙層射出(AB)-模仁溫度變化



Z軸方向的表面輪廓誤差

設定:模具溫度100°C、烤箱溫度125°C (A)、烘烤時間3 hr(A)。
將A層鏡片放入烤箱烘烤，快速取出放入模穴，進行B層結合射出。
量測結果顯示無回火鏡片因AB層非對稱熱傳導，導致收縮不均拉扯嚴重影響表面輪廓。

有回火之鏡片因A層鏡片有烘烤溫度，模溫差接近收縮均勻些，且模仁溫度低，能快速凝結B層降低表面輪廓變形，但效果依然有限，因此雙層射出比傳統射出的表面輪廓差。

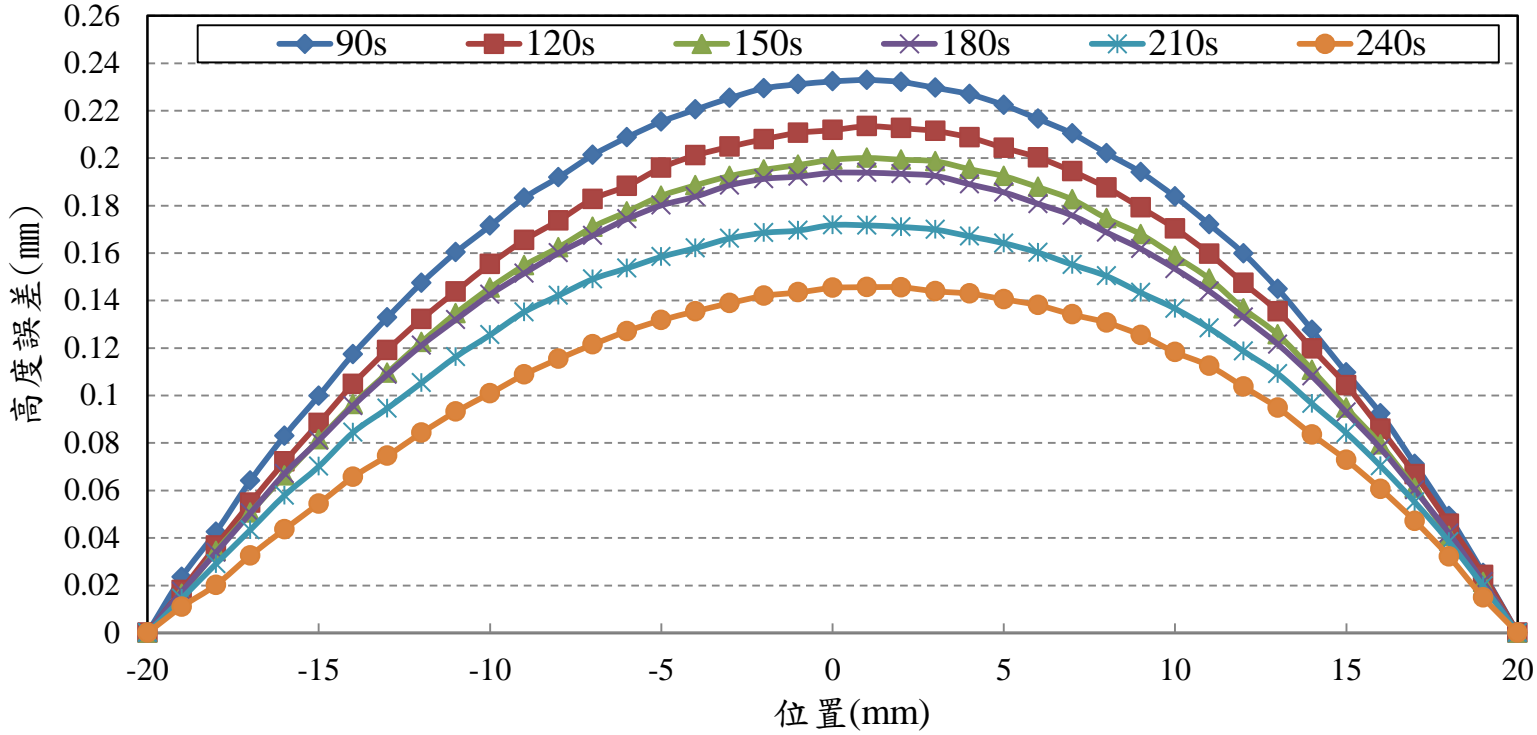


雙層射出-成型參數

參數	數據		
	第一段	第二段	第三段
射出速度	8 mm/s	3 mm/s	25 mm/s
螺桿位置	31-26 mm	26-24 mm	24-5 mm
VP切換位置		5 mm	
保壓壓力		1400 kgf/cm ²	
保壓時間		20 sec	
模具溫度		100 °C	
模仁溫度		60 °C	
熱澆道		285 °C	
料溫		285 °C	



雙層射出(B)-冷卻時間



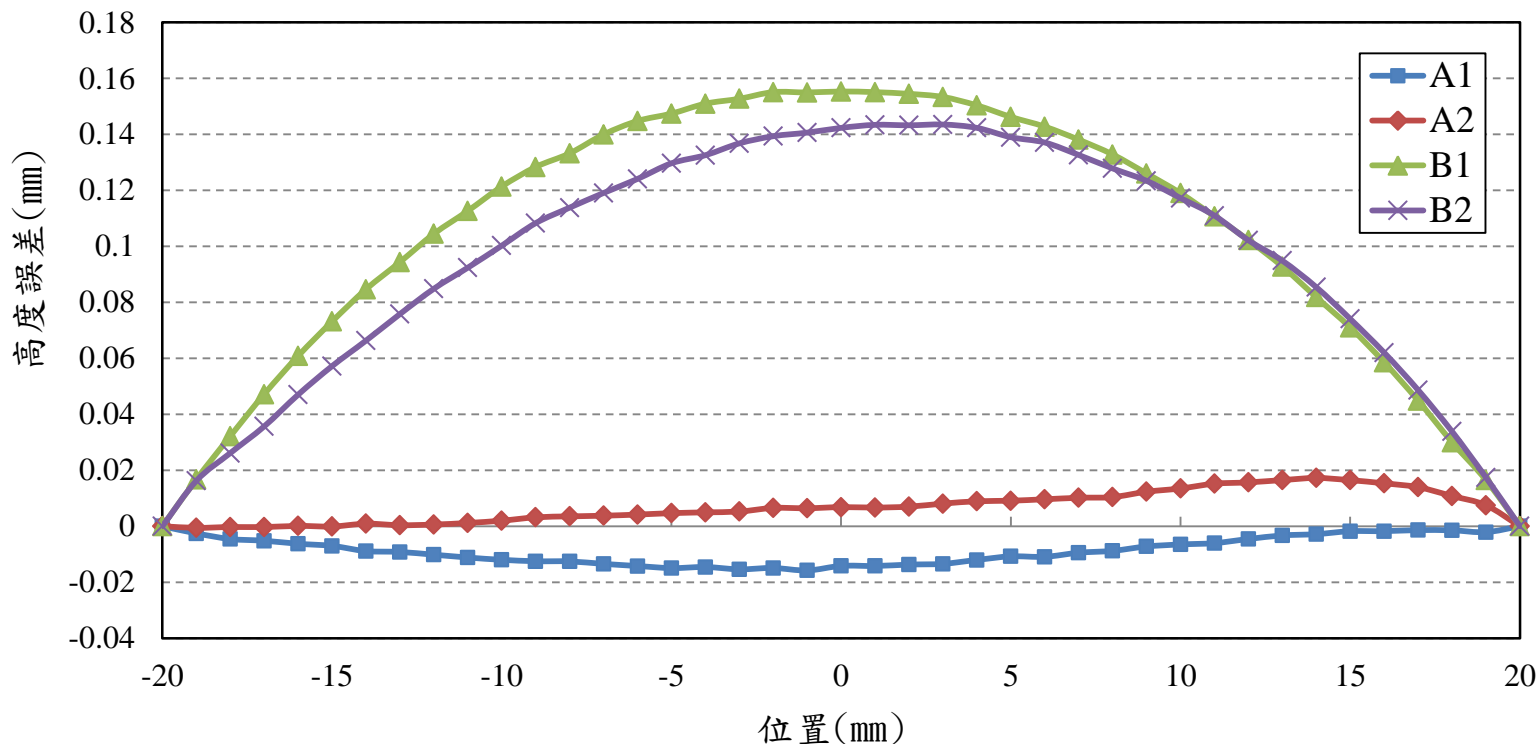
Z軸方向-不同冷卻時間之表面輪廓誤差

設定: 模具溫度 100°C 、模仁溫度 60°C 、烤箱溫度 125°C (A)、烘烤時間3 hr (A)。

雙層射出B側的冷卻時間以傳統射出設定的240秒為最大冷卻時間，由圖得知隨著冷卻時間的增加表面輪廓誤差越小。



雙層射出(AB)-表面輪廓誤差



Z軸方向的表面輪廓誤差

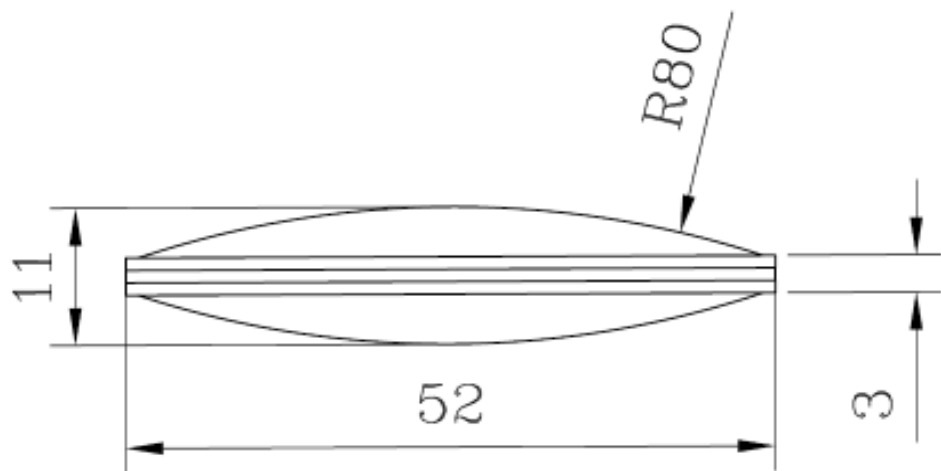
A層的表面輪廓誤差趨於理想值R 80，但因B層射出使A層輪廓產生膨脹現象，然而，A層鏡片末端輪廓收縮不均，原因為熔膠充填至末段已冷卻，導致末端收縮嚴重。B層射出因一側塑膠嵌件，另一側為模具，充填與保壓過程較無A層兩側均為模具容易，使B層表面輪廓誤差較A層收縮嚴重。



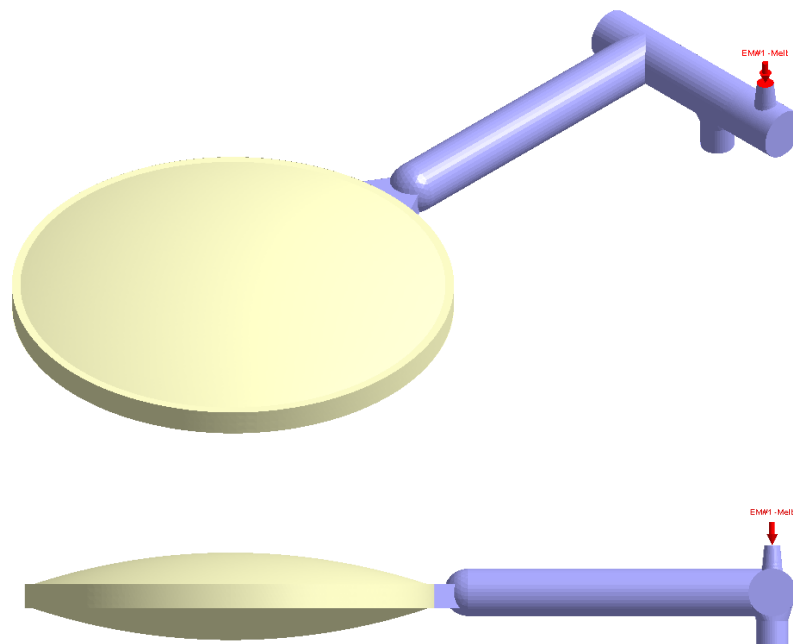
傳統射出-高厚度凸透鏡(澆口厚度3 mm)



鏡片尺寸



鏡片尺寸



Moldex3d 鏡片模型

射出鏡片總厚度11 mm，進澆口厚度為3 mm。



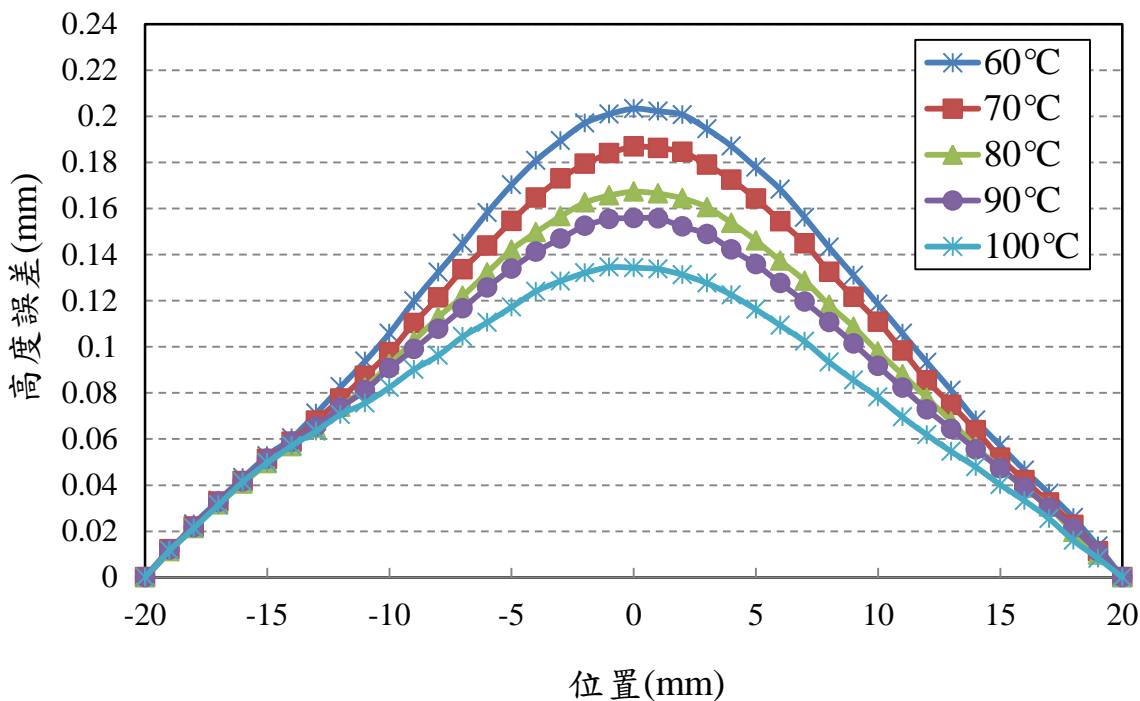
參數水準設定

	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
模具溫度 (°C)	60	70	80	90	100
保壓壓力 (kgf/cm ²)	800	1000	1200	1400	1600
冷卻時間 (sec)	120	150	180	210	240

採用單一參數法，以五個水準，找出最佳影響因子。



模具溫度對表面輪廓之影響



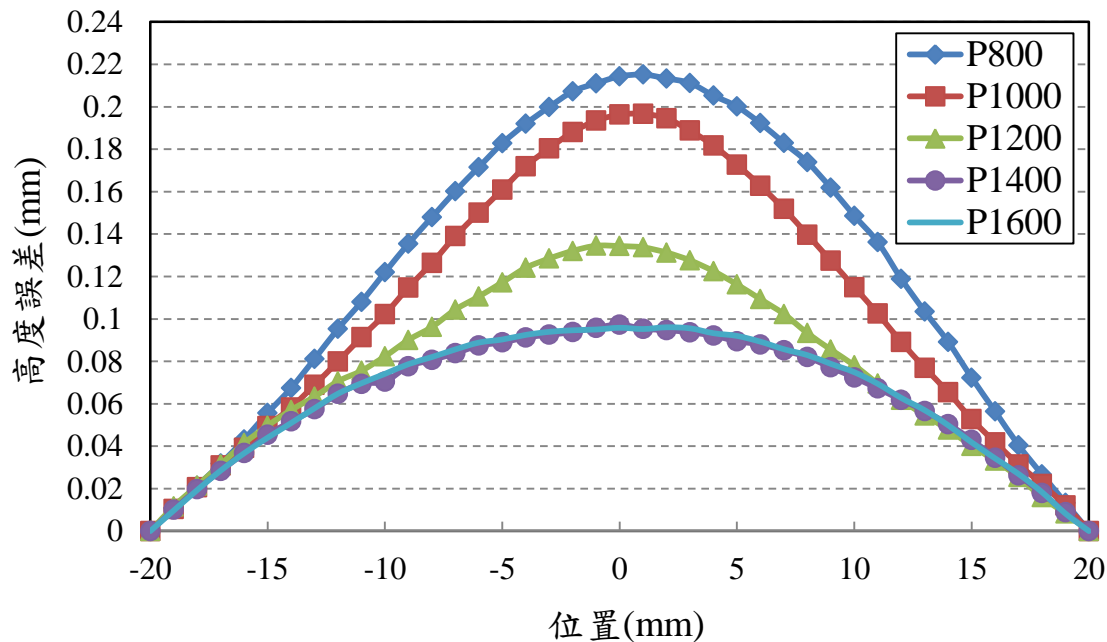
參數	數據
保壓壓力	1200 kgf/cm ²
保壓時間	40 sec
冷卻時間	240 sec
熱澆道	285°C
料溫	285°C

隨著模具溫度的升高，高厚度凸透鏡的表面輪廓誤差隨之降低。

。



保壓壓力對表面輪廓之影響

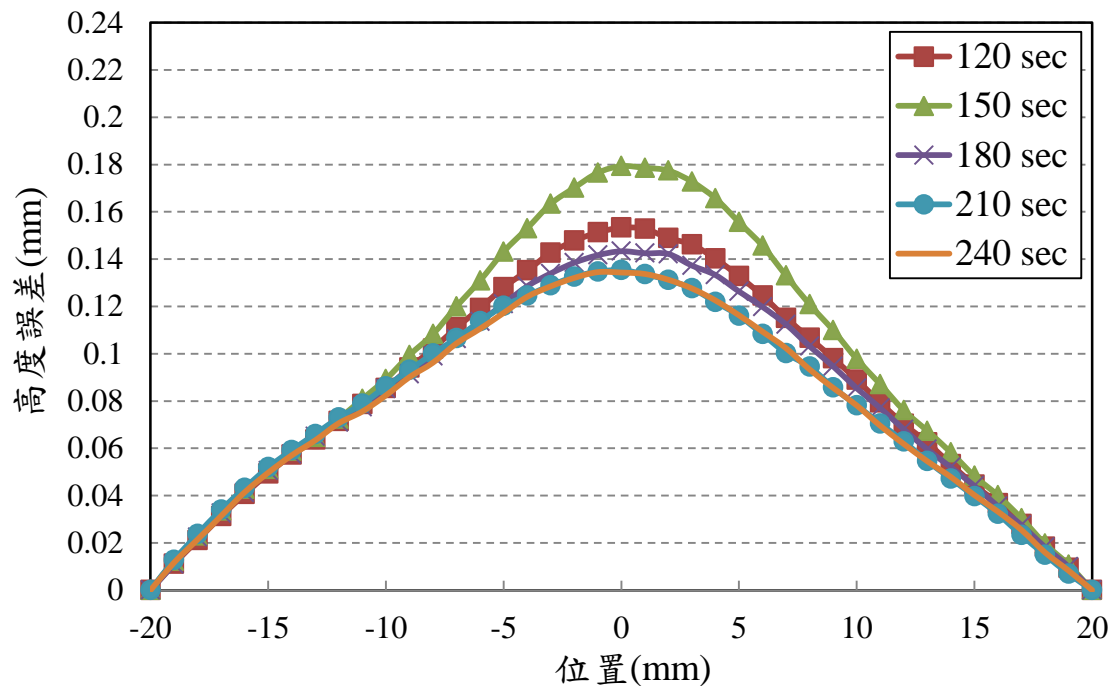


參數	數據
保壓時間	40 sec
冷卻時間	240 sec
熱澆道	285 °C
料溫	285 °C
模溫	100 °C

隨著保壓壓力提升，高厚度凸透鏡表面輪廓誤差隨之降低。
當保壓壓力1400 kgf/cm²，產品表面輪廓已達穩定。



冷卻時間對表面輪廓之影響



參數	數據
保壓壓力	1200 kgf/cm ²
保壓時間	40 sec
熱澆道	285 °C
料溫	285 °C
模溫	100 °C

冷卻時間210秒時，表面輪廓誤差不再收縮，呈穩定狀態。

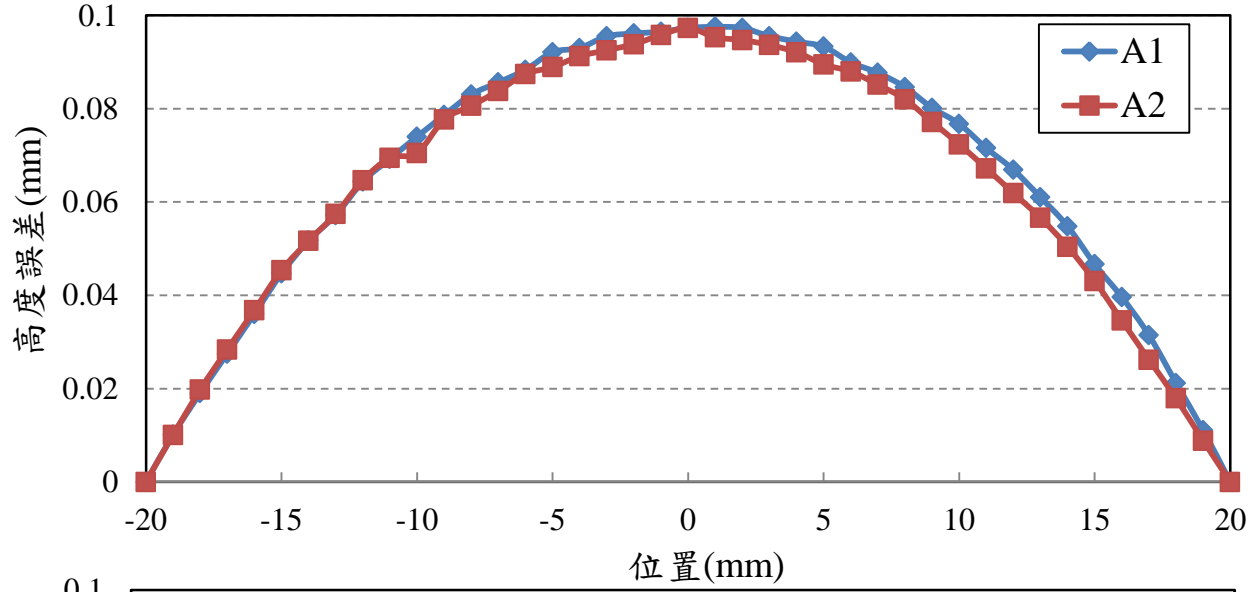


傳統射出-最佳成型參數

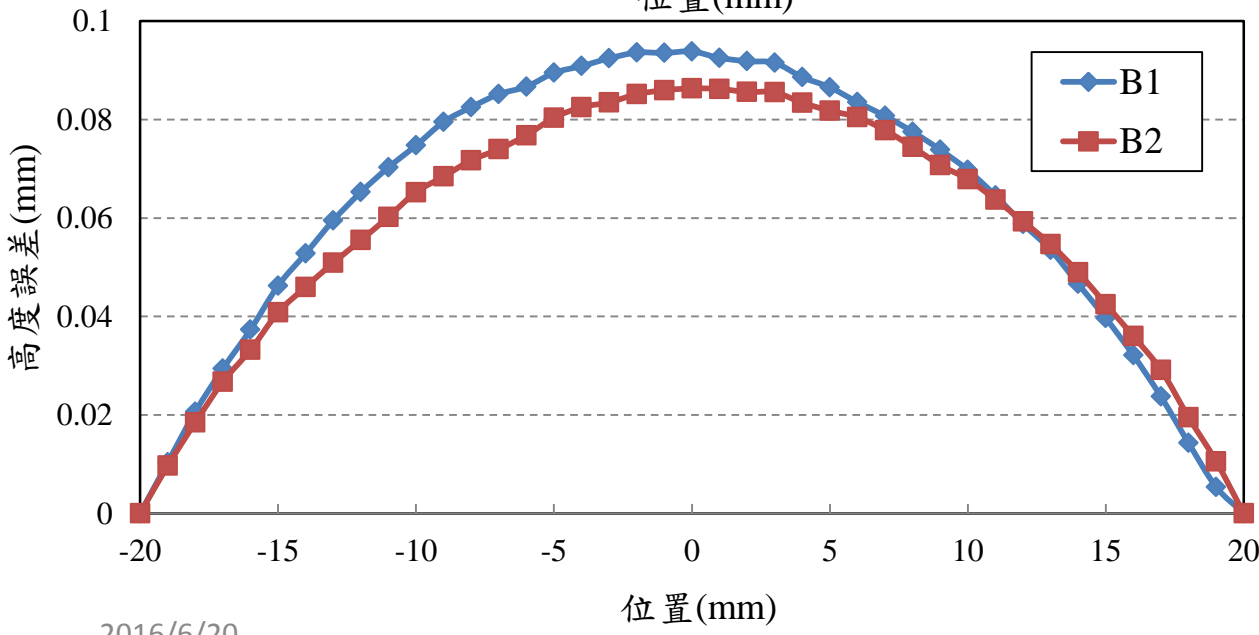
參數	數據		
	第一段	第二段	第三段
射出速度	8 mm/s	3.8 mm/s	45 mm/s
螺桿位置	45-40 mm	40-35 mm	35-5 mm
VP切換位置		5 mm	
保壓壓力		1400 kgf/cm ²	
保壓時間		40 sec	
冷卻時間		210 sec	
熱澆道		285°C	
料溫		285°C	
模溫		100°C	



最佳表面輪廓量測



表面輪廓誤差(A側)



表面輪廓誤差(B側)



三層射出-高厚度凸透鏡(B)



三層射出

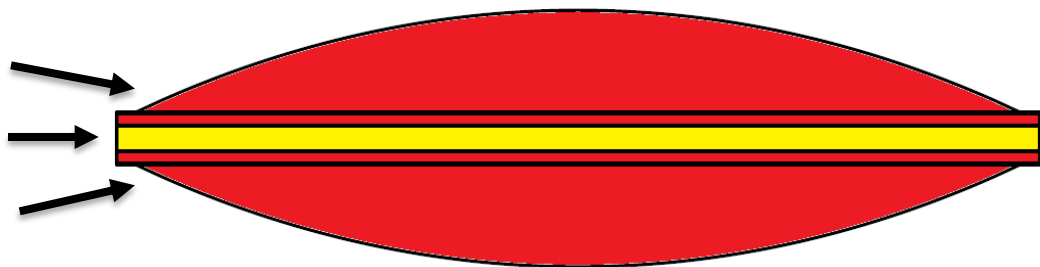
第一階段表面層射出：

射出上下表面層，待冷卻完成後開模。



第二階段核心層射出：

將第一階段完成之上下表面層放置模穴中進行核心層射出。



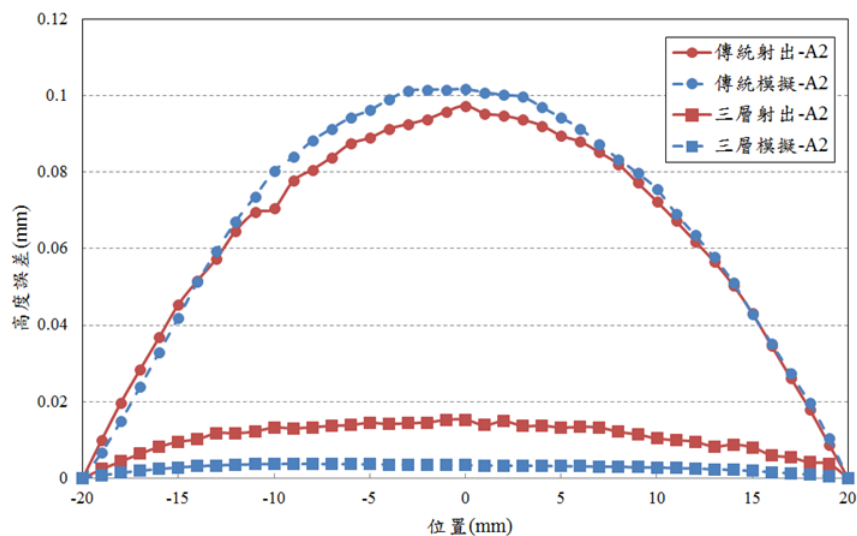


三層射出(ABA)-成型參數

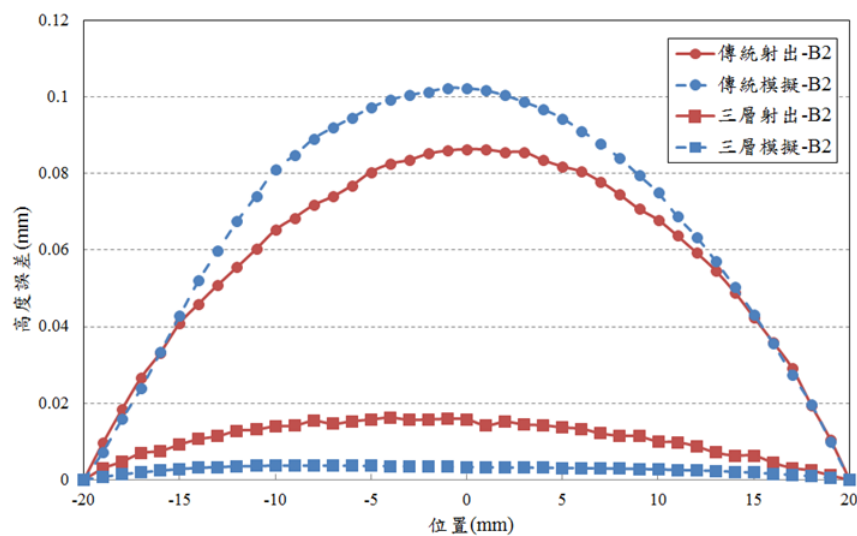
參數	數據		
	第一段	第二段	第三段
射出速度	8 mm/s	4 mm/s	25 mm/s
螺桿位置	25-20 mm	20-18 mm	18-5 mm
VP切換位置		5 mm	
保壓壓力	400、1200 kgf/cm ²		
保壓時間	20 sec		
熱澆道	285°C		
熔膠溫度	285°C		
模具溫度	60°C		



三層射出(ABA)-表面輪廓誤差



A測-表面輪廓誤差



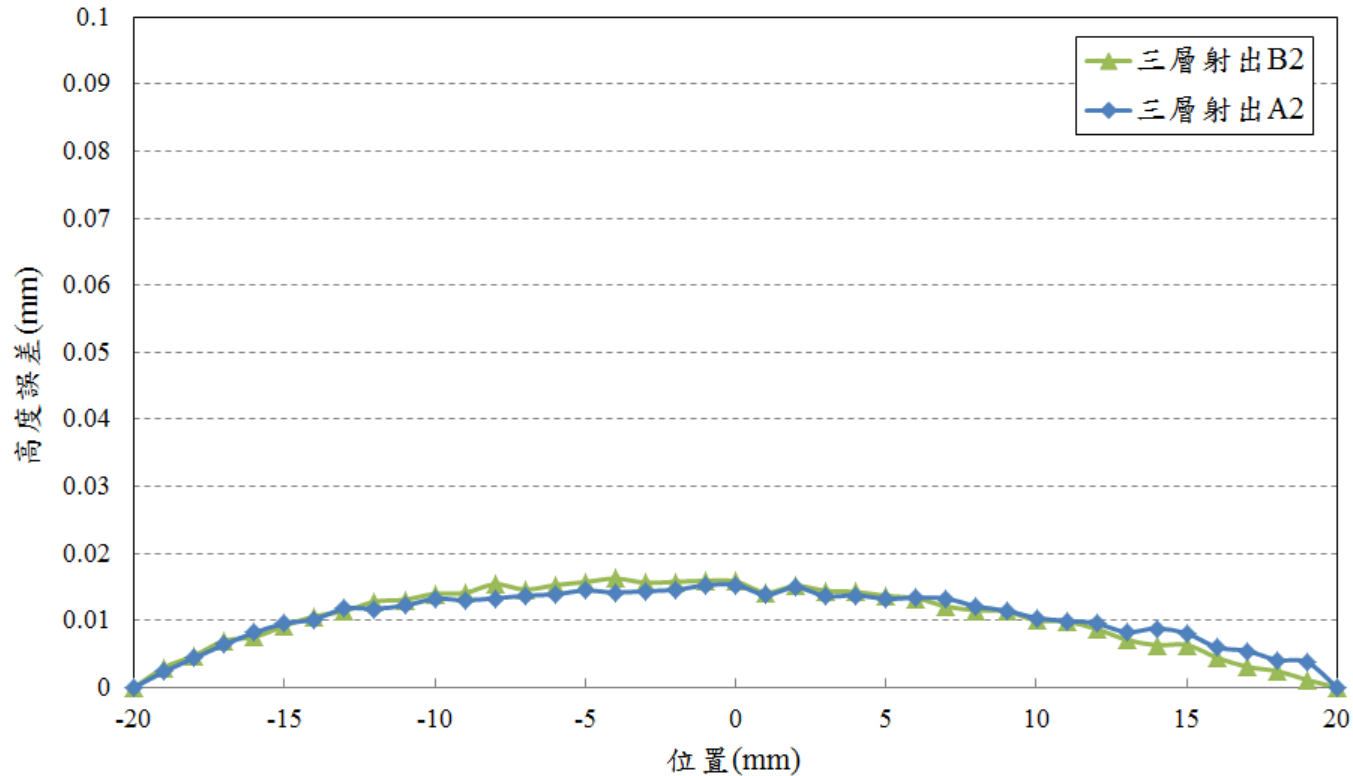
B測-表面輪廓誤差

量測數據顯示B層不需要過大的保壓壓力即可，且透鏡上下均為A層，因此表面輪廓呈均勻收縮對稱。然而，在設定不同冷卻時間，量測數據顯示ABA結合冷卻時間不須要太長，表面輪廓誤差均在誤差範圍內，因受A層與環境等因素影響，導致無法每模次透鏡表面輪廓誤差均一。



三層射出(ABA)-表面輪廓誤差

ABA-表面輪廓誤差



三層射出A層厚度一致，B層射出後，鏡片A層均勻收縮，表面輪廓誤差與理想值極為相近，大幅降低表面輪廓誤差。



透光率量測



分光光譜儀



分光光譜儀

型號:UV Hitachi U-4100

波長範圍

240~2600 nm

偵測器

光電倍增管 (UV/Vis) 、
恆溫冷卻式Pbs (NIR) 、
60mm直徑積分球硫酸
鋇鍍膜

樣品尺寸

Max.430 x 430 mm

波長最小刻劃

0.01 nm

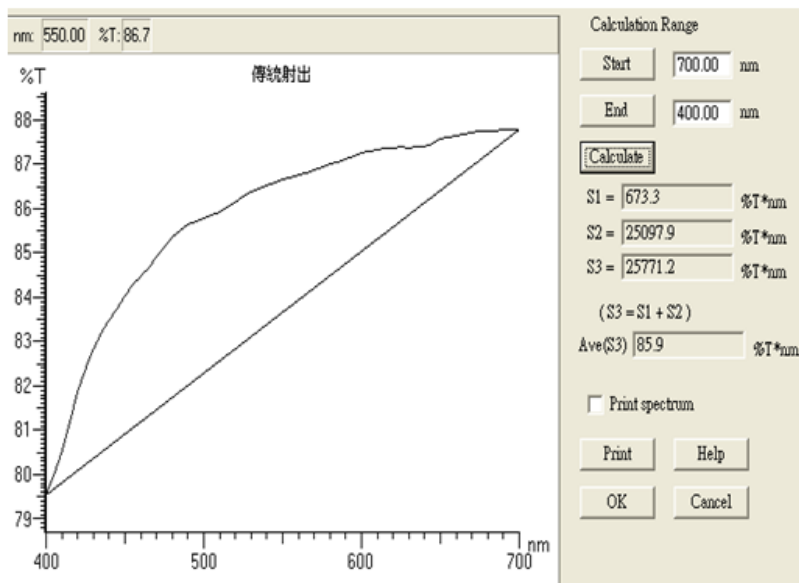
波長精確度

NIR/Vis : ± 0.2 nm ; NIR :
 ± 1.0 nm ; 具自動波長校
正功能

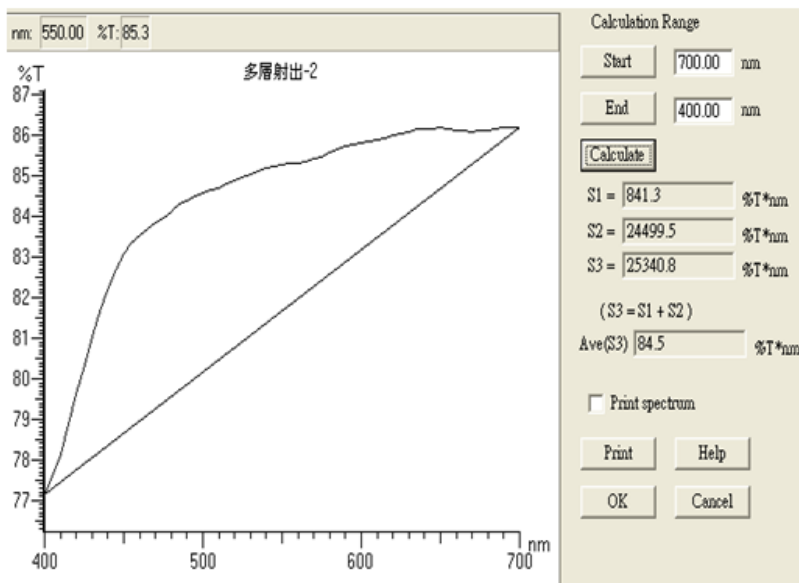
UV Hitachi U-4100規格表



鏡片透光率



傳統射出透光率平均值



多層射出透光率平均值

量測波長400~700 nm的透光率平均值，傳統鏡片為85.9%，多層鏡片為84.5%，有些微下降，但無顯著影響。



Thanks for Your Attention !