



塑造光學技術領域的未來



optotune 可調焦液態鏡頭

## 技術是我們熱情的所在

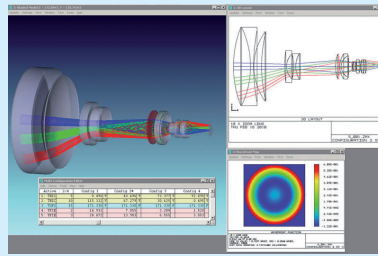
作為光學技術的領導企業，Optotune公司致力於為您提供一系列可調焦光學組件，幫助您開發具有創新功能的產品。我們的專家隨時提供支援，幫助您打造功能豐富、外型精緻、快速反應的光學系統。

### 材料研究



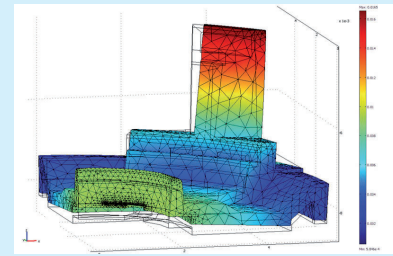
- > 材料特性及兼容性測試
- > 電活性聚合物專業測試

### 光學設計



- > 利用Zemax進行光學設計與模擬
- > 雜散光分析
- > 公差分析

### 機械設計



- > 有限元素法模擬包括：
  - 機械特性
  - 電磁效應
- > 完整的系統設計

### 原型設計



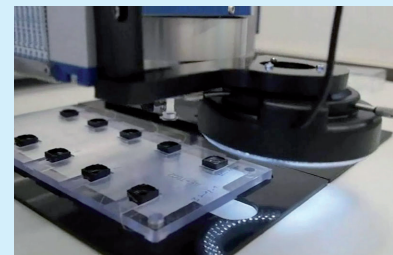
- > 機械車間
- > 快速打樣
- > 電子產品和軟體

### 測試



- > 光學特性
  - 折射率
  - 透光率
  - 波前
  - 散斑雜訊
  - 輪廓測定法
- > 環境測試
  - 溫度循環
  - 機械振動
  - 太陽輻射
  - 濕度

### 生產



- > 1000級潔淨室
- > 半自動化生產
- > 全自動測試與校正

如果有需要，請隨時與我們聯繫。我們將十分樂意提供您從概念設計到批量生產的產品開發支援。



## 目錄

### 技術

- 4 工作原理
- 5 反應時間
- 5 波前品質
- 6 透光率
- 6 驅動器和控制模式

### 產品

- 7 電動液態鏡頭簡介
- 8 EL-3-10
- 10 EL-10-30
- 12 EL-10-42-OF
- 14 EL-16-40-TC
- 16 驅動器簡介
- 17 鏡頭驅動器4
- 17 EL-E-OF

### 應用領域

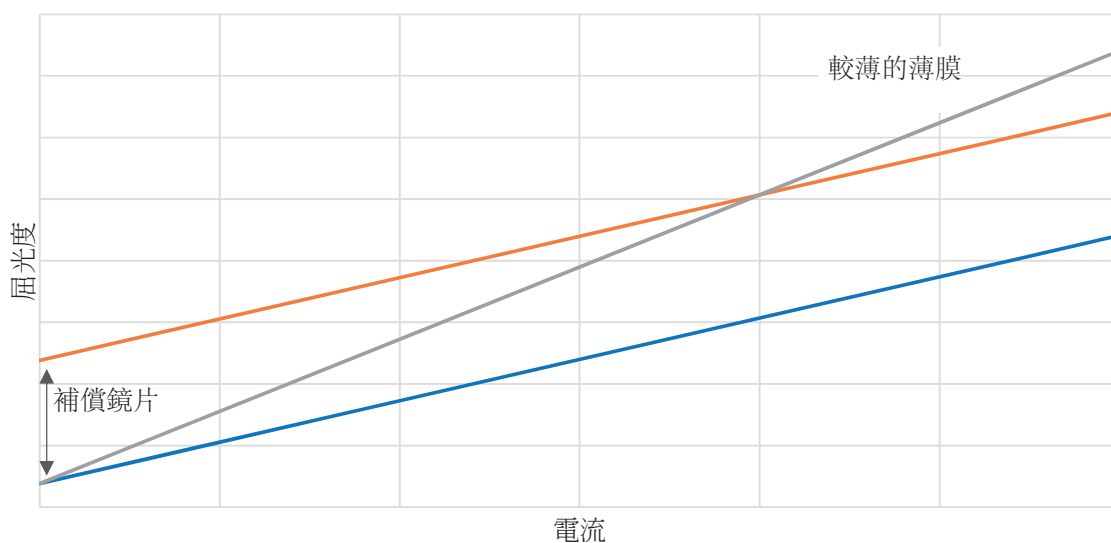
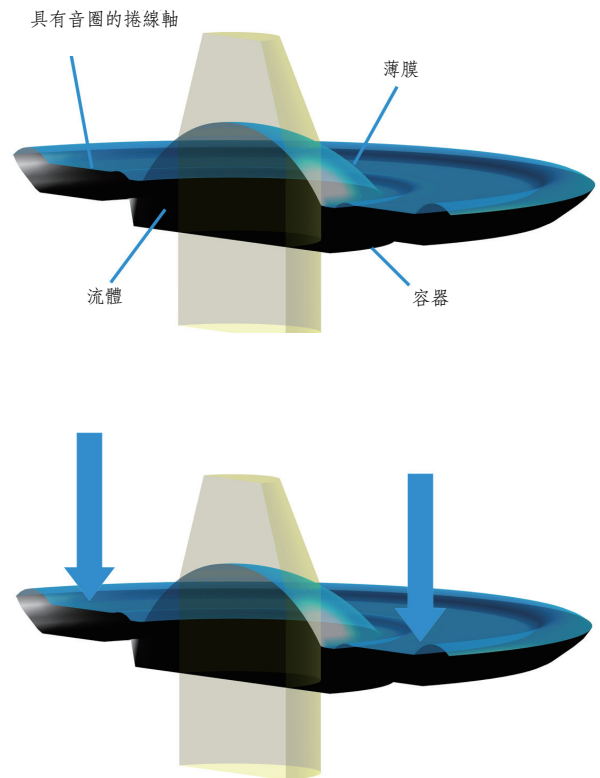
- 19 應用領域簡介
- 20 機器視覺
- 22 雷射加工
- 24 眼科
- 26 顯微技術

## 工作原理

Optotune的核心技術是基於可變形鏡頭的工作原理。鏡頭是由一個容器組成，容器內裝有光學流體，並用彈性聚合物薄膜進行密封。電磁致動器對容器施壓後進而導致鏡頭彎曲，從而通過致動器線圈內的電流來控制鏡頭的焦距。實際上，電流和屈光度(與焦距成反比)成線性關係。

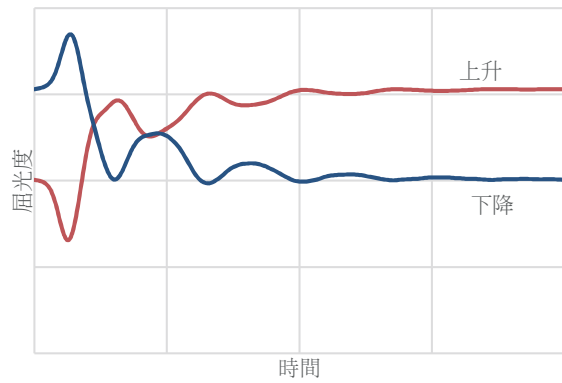
大多數可調焦液態鏡頭均設計呈正方向彎曲，即致動器朝薄膜方向推進。通常需要增加一個平凹補償鏡片以實現負屈光度。但新一代鏡頭的驅動器與薄膜相連接，可通過負電流將薄膜推離容器，從而形成凹透鏡頭。因此，無需額外添加補償鏡片便可實現負屈光度。

薄膜厚度是影響鏡頭調焦範圍的重要參數。薄膜厚度越小，屈光度調節範圍越大。此外，鏡頭的屈光度還可以通過使用折射率不同的光學流體來進行調整。Optotune採用折射率為約1.3的光學流體，具有低色散特性(阿貝數約為100)，這使得鏡頭極其適合用於多色應用領域。

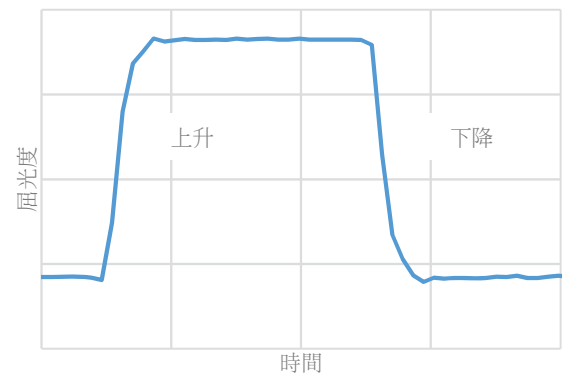


## 反應時間

與質量彈簧系統類似，液態鏡頭需要極短且有限的反應時間作動，其原因在於致動器移動必需克服流體的物理慣性。當採用階躍電流時，鏡頭的上升時間大約為幾毫秒。由於共振激發的作用，鏡頭僅需10-20毫秒即可完全就位，具體所需的時間還與鏡頭尺寸有關。右圖顯示了鏡頭對階躍電流的光學影響，其結果由四象限光電二極管測得。測量均在室溫下進行。



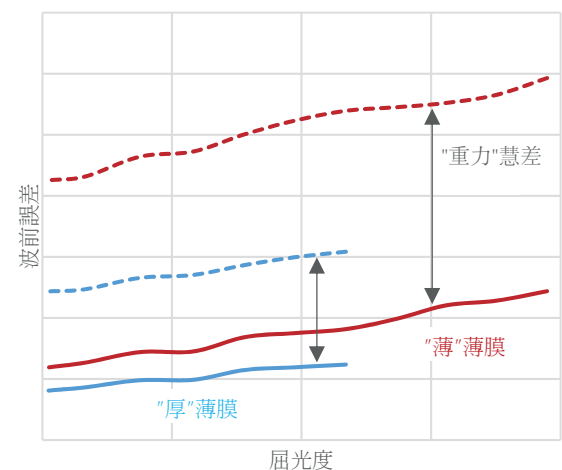
採用經優化的階躍電流或閉環系統可大幅抑制共振。右圖為EL-10-42-OF鏡頭的階形響應，該款鏡頭帶有用於閉環屈光度控制的整合光回饋系統。結果顯示未出現振盪現象。



## 波前品質

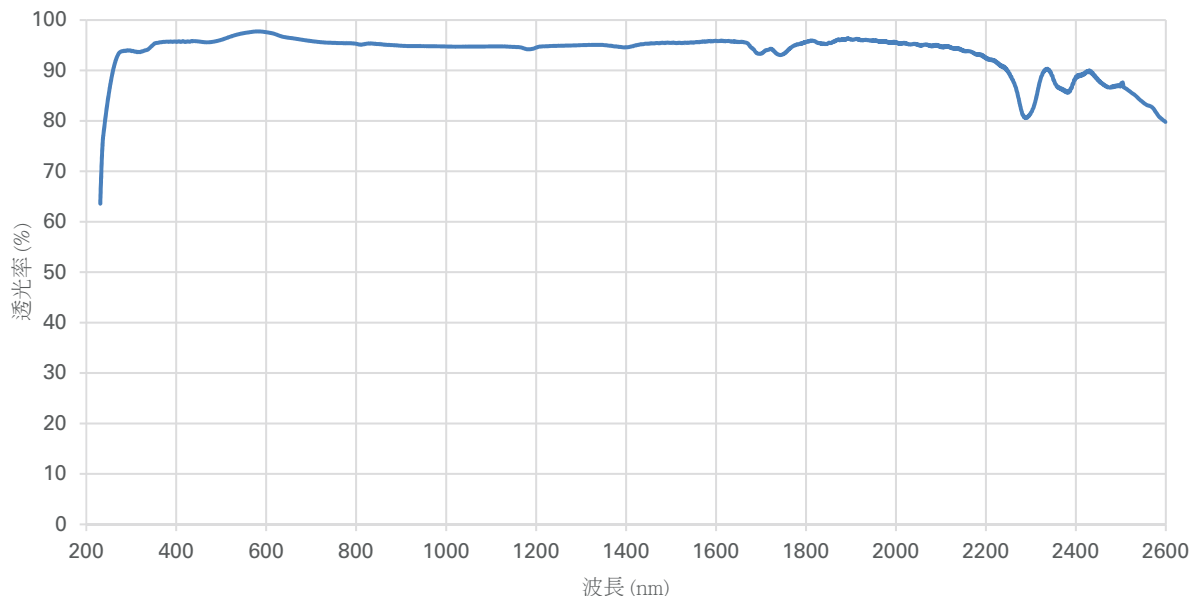
大致上Optotune的可調焦液態鏡頭呈現球面透鏡的形狀。波前誤差一般約為 $0.1 \lambda$  (測量條件: 8 mm 通光孔徑, 波長為525 nm), 可進行高品質成像和顯微檢查。通常薄膜厚度越薄, 調節範圍越大, 但同時波前誤差也會變大。如右圖中藍、紅實線所示。

由於薄膜具備彈性, 因此鏡頭形狀會受到重力影響。當鏡頭垂直使用時 (光軸為水平方向), 會因重力而產生Y軸慧 (Y-Coma)。右圖紅線虛線和實線充分證明了這一點。我們還可以從這些虛線和實線中看到薄膜越厚, 質地便越硬, 因而受到重力的影響越小。因此為了使鏡頭發揮最佳的性能, 建議將光軸置於垂直方向。



## 透光率

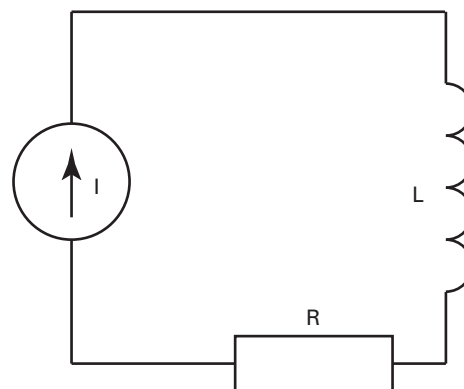
光學流體和薄膜材料均具備極高的透光性，透光波段為400-2500 nm。以下透射光譜儀表示透鏡材料的透光率，如：假設採用了理想的蓋玻片。由於薄膜具有彈性，因此無法使用標準程序鍍膜，所以薄膜反射率為4%，如有需求，我們可以再蓋玻片上針對特需波長進行鍍膜優化處理。Optotune對於蓋玻片提供兩種在可見光和近紅外光區域的標準寬波段鍍膜。如有需求，我們可對蓋玻片進行特殊鍍膜處理。



## 驅動器和控制模式

Optotune電動可調焦液態鏡頭採用LR電路，作為描述其一般行為的等效電路，如右圖所示。

通常可使用標準電流源來驅動電動可調焦液態鏡頭，但Optotune為客戶提供專用電子元件驅動鏡頭。Optotune Lens driver 4和4 i可簡單便捷地驅動Optotune生產的大多數電動可調焦液態鏡頭。緊湊設計的鏡頭驅動器為可編程的電源流，其可透過類比序列埠 (COM port) 或UART通訊介面進行控制。該鏡頭驅動器既可獨立運行，也可整合到OEM用戶的設計之中。

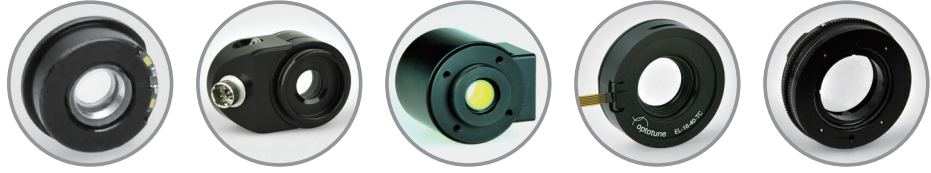


用戶可選擇不同的控制模式，如“電流模式”和“屈光度模式”。在屈光度模式下，驅動器會將鏡頭當下的工作溫度和內部校準數據作為參考依據，因此溫度效應引起的焦點漂移狀況得到了大幅的改善，亦能保持屈光度其恆定狀態。

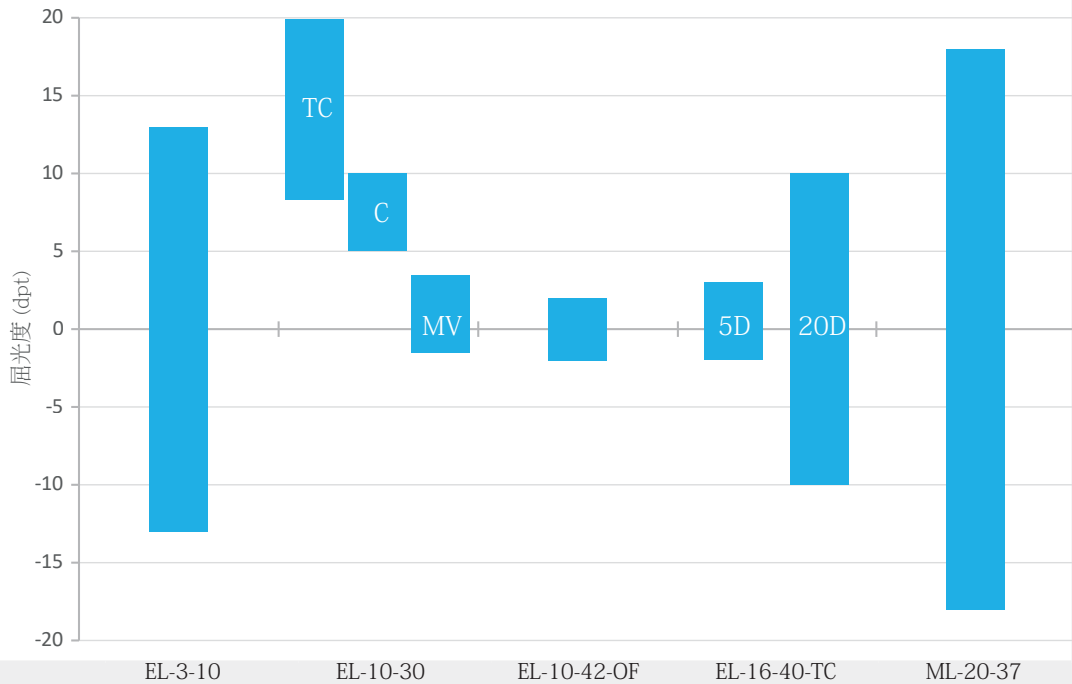
特定鏡頭如EL-10-42-OF還支援基於光學回饋的閉環運行功能。EL-E-OF電子元件可控制具備光回饋功能的鏡頭，從而實現最高的精準度和對焦穩定性。

## 電動可調焦液態鏡頭簡介

下表列出了Optotune標準電動可調焦液態鏡頭的主要規格。



	EL-3-10	EL-10-30	EL-10-42-OF	EL-16-40-TC	ML-20-37
通光孔徑	3 mm	10 mm	10 mm	16 mm	20 mm
標準控制電流下的屈光度*	-13 至 13 dpt	- 1.5 至 3.5 dpt 5 至 10 dpt	- 2 至 2 dpt	- 2 至 3 dpt - 10 至 10 dpt	- 18 至 18 dpt
屈光度的重複性	根據溫度而定	± 0.1 dpt	± 0.01 dpt	± 0.1 dpt	根據機械驅動方式而定
標準蓋玻片鍍膜	420 - 900 nm 850 - 1600 nm	400 - 700 nm 700 - 1100 nm	532 nm 950 - 1100 nm	420 - 1500 nm	400 - 700 nm
Lens Driver 4的標準控制電流	-120 至 +120 mA	0 至 250 mA	0 至 350 mA	- 250 至 250 mA	NA
控制電流的絕對最大值	-120 至 +120 mA	0 至 400 mA	0 至 350 mA	- 500 至 500 mA	根據機械驅動方式而定
8 mm通光孔徑的波前品質**	NA	<0.15 / <0.25 λ	<0.1 / <0.2 λ	<0.1 / <0.2 λ	<0.25 λ
80 %通光孔徑的波前品質**	<0.15 / <0.15 λ	<0.15 / <0.25 λ	<0.1 / <0.2 λ	<0.25 / <0.5 λ	NA
反應時間***	1 / 2 / 4 ms	2.5 / 6 / 15 ms	- / 12 / - ms	5 / 12 / 25 ms	NA
內建感測器	無	溫度	光	溫度	無



\* 屈光度範圍因薄膜厚度和補償鏡片而異。

\*\* 波前誤差為在525 nm波長垂直/水平光軸方向上的方均差 (RMS) λ。

\*\*\* 10-90 %的階躍時間/穩定時間/矩形階躍的時間。

# EL-3-10電動可調焦液態鏡頭

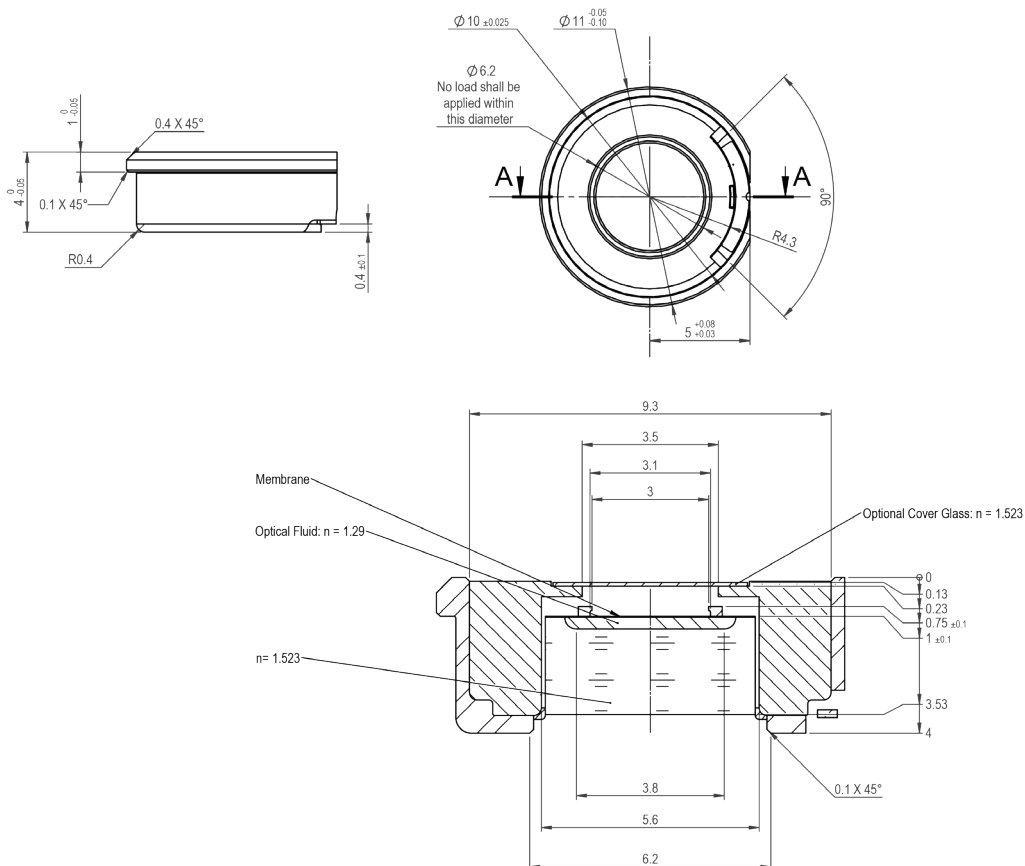
## 專為OEM設計的解決方案

緊湊型EL-3-10鏡頭專為整合OEM設計，可廣泛應用於各種光學系統中。該系列鏡頭的工作原理是基於一套完整的可形變鏡頭技術，可通過施加電流在數毫秒內完成調整鏡頭的曲率半徑。鏡頭採用”推拉式”的結構設計，這使得EL-3-10鏡頭可由凹透鏡轉變為凸透鏡。具有成熟音圈技術的致動器成就了電動可調焦液態鏡頭可靠、堅固的特性，致使它能適用於溫度劇烈變化的應用中。

應用領域:

- > 顯微技術
- > 生物識別系統
- > 光學相干斷層掃描
- > 雷射照明
- > 雷射顯示

規格	
尺寸 (寬度或 $\phi$ ×厚度)	10 × 4 mm
通光孔徑	3mm
屈光度	- 13至+13 dpt (- 77至負無限大; 無限大至+77 mm)
透光率 (>94%)	420至1600 nm (提供可見光和近紅外光的鍍膜選擇)
10-90 %的階躍時間/穩定時間/矩形階躍的時間	1 ms, 2 ms, 4 ms
溫度控制/光回饋	無
工作溫度	- 20° C 至65° C

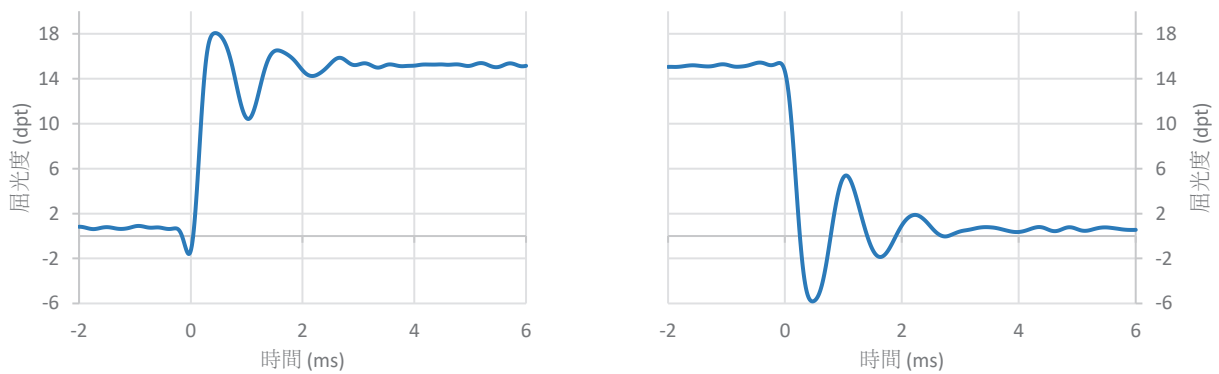






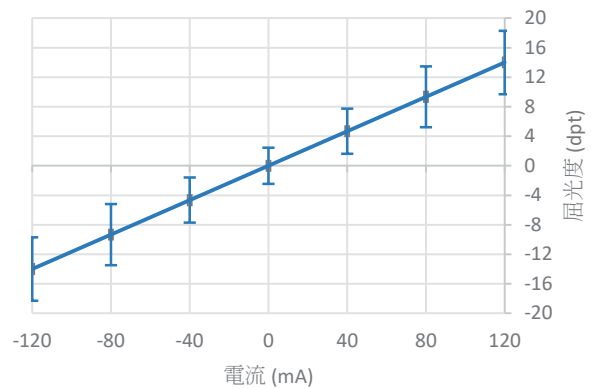
### 市場上最快速的液態鏡頭

下圖顯示了EL-3-10鏡頭的反應時間。當採用階躍電流時，鏡頭的上升時間 $<1$ 毫秒，且僅需約4毫秒鏡頭即可完全就位。如下圖所示，若加上適當的低通濾波器可以使階躍在2毫秒內從0 dpt控制到14 dpt（雙向）。



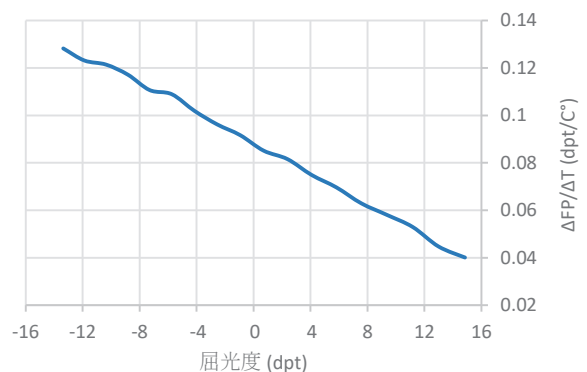
### 屈光度範圍

如右圖所示，EL-3-10鏡頭的屈光度隨著正電流增加，並隨著負電流減小。在 $+120$  mA至 $-120$  mA的電流控制下，屈光度可控制在 $+13$ 至 $-13$  dpt之間。



### 溫度敏感度

殘餘溫度作用會影響屈光度的漂移。EL-3-10的溫度敏感度在不同屈光度下會有所不同，因此必需配置額外的溫度補償機制才能使鏡頭在全區段的溫度與屈光度有效範圍內正常工作。如右圖所示，溫度敏感度隨著鏡頭屈光度增加而下降，因此為了降低溫度對鏡頭的影響，建議在正屈光度的區間內操作鏡頭。



# EL-10-30電動可調焦液態鏡頭

## 身經百戰的全能型鏡頭

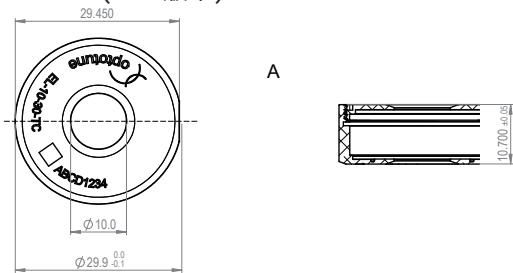
EL-10-30系列鏡頭於2010年上市，豐富多樣的鍍膜和外殼讓其應用範圍非常廣泛。鏡頭採用“推進式”的結構，即在零電流時鏡頭曲度已略微傾向正方向，在對致動器施加正電流後，鏡頭會進一步朝正方向彎曲。C-mount版本的鏡頭支援安裝內置標準補償鏡片，讓用戶可在零電流條件下自定義屈光度。Optotune的“MV”型號的鏡頭含有負補償鏡片，用於實現負焦距範圍。EL-10-30-C配有內部溫度感測器和含詳細校準數據（在不同溫度下與電流的對應關係）的EEPROM。這使鏡頭在屈光度模式下可實現極佳的重複性，在該模式下用戶需設置屈光度而非驅動電流。Optotune提供兩種不同的連接埠版本。OEM版本適合整合到機殼內使用；工業版本配有軟排線和可自動鎖定的Hirose連接器，堅固耐用，適用於獨立應用。

### 應用領域:

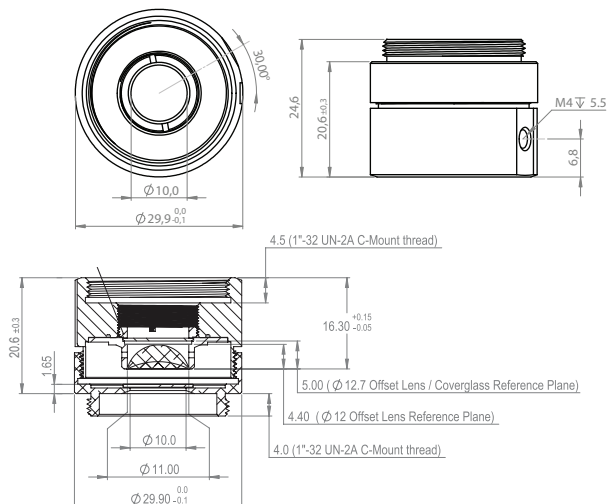
- > 機器視覺
- > 顯微技術
- > 生物識別系統
- > 掃光學相干斷層掃描
- > 雷射顯示

規格	
尺寸 (寬度或 $\phi$ ×厚度)	30 × 10.7 mm (緊湊型)、30 × 20.6 mm (C-mount)
通光孔徑	10 mm
屈光度 (參見配置表)	- 1.5 至 +20 dpt (- 666至負無限大; 無限大至+50 mm)
透光率 (>90%)	400~1100 nm (提供可見光和近紅外光的鍍膜選擇)
10-90 %的階躍時間/穩定時間/矩形階躍的時間	2.5 ms, 15 ms
溫度控制/光回饋	溫度控制回饋
工作溫度	- 20 至 65 ° C

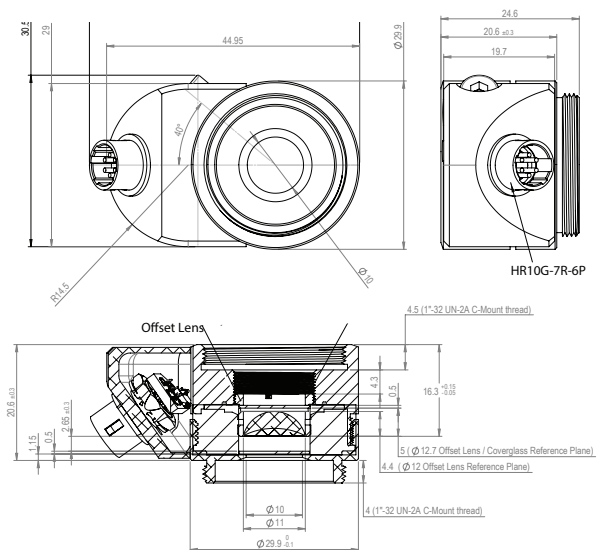
### EL-10-30-TC (OEM 版本)

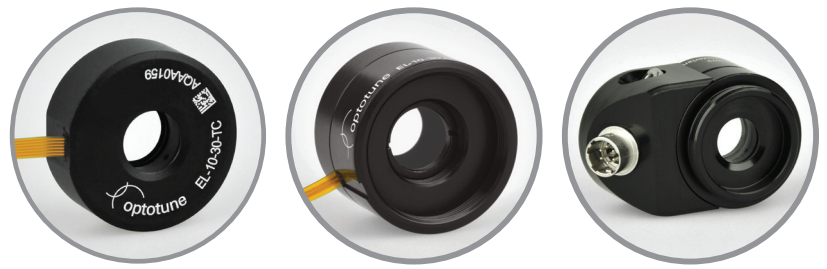


### EL-10-30-C (OEM 版本)

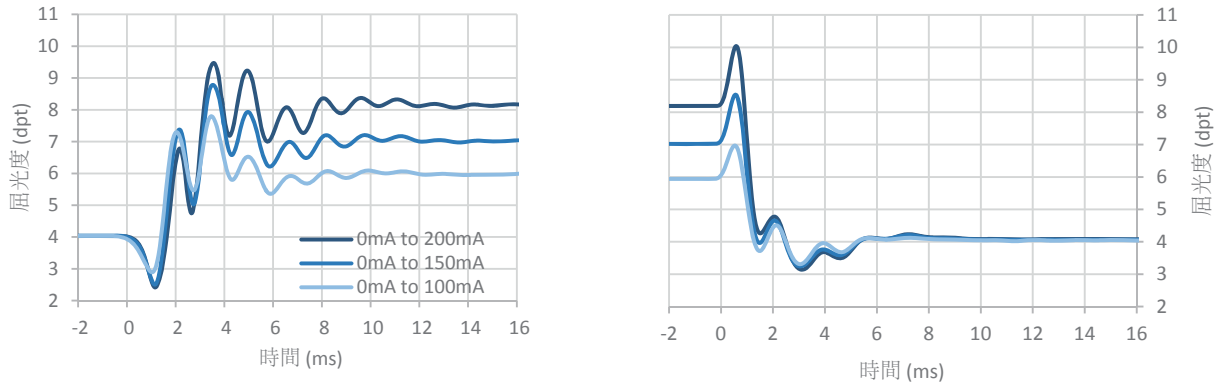


### EL-10-30-Ci (工業版本)



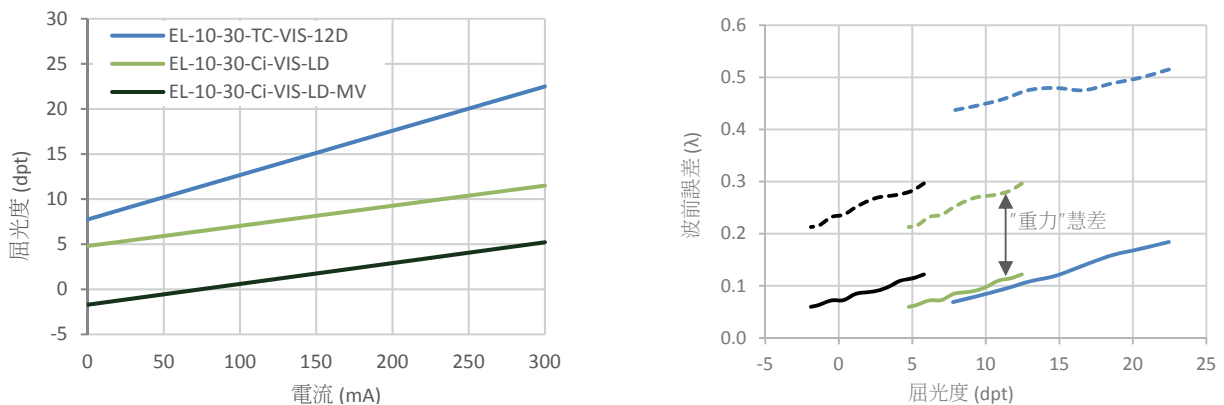


## 反應時間達毫秒級



## 屈光度範圍和波前品質由薄膜厚度決定

Optotune 鏡頭技術的一大優勢是可使用不同的薄膜參數。小巧緊湊的 EL-10-30 系列鏡頭採用了厚度極小的薄膜，因而其屈光度範圍也相當大，達 12 dpt。EL-10-30-C 和 -Ci 系列鏡頭所採用的薄膜相對較厚，因而屈光度範圍相對較小，為 5 dpt，但當光軸處在水平方向時，鏡頭可提供更好的波前品質。



標準產品	調焦範圍	補償鏡片	溫度感測器	蓋玻片鍍膜	波前誤差*
EL-10-30-TC-VIS-12D	+8 至 +20 dpt	-	•	400 - 700 nm	<0.25 / <0.6 $\lambda$
EL-10-30-TC-NIR-12D	+8 至 +20 dpt	-	•	700 - 1100 nm	<0.25 / <0.6 $\lambda$
EL-10-30-C-VIS-LD	+5 至 +10 dpt	-	•	400 - 700 nm	<0.15 / <0.25 $\lambda$
EL-10-30-C-NIR-LD	+5 至 +10 dpt	-	•	700 - 1100 nm	<0.15 / <0.25 $\lambda$
EL-10-30-C-VIS-LD-MV	-1.5 至 +3.5 dpt	-150 mm	•	400 - 700 nm	<0.15 / <0.25 $\lambda$
EL-10-30-C-NIR-LD-MV	-1.5 至 +3.5 dpt	-150 mm	•	700 - 1100 nm	<0.15 / <0.25 $\lambda$
EL-10-30-Ci-VIS-LD	+5 至 +10 dpt	-	•	400 - 700 nm	<0.15 / <0.25 $\lambda$
EL-10-30-Ci-NIR-LD	+5 至 +10 dpt	-	•	700 - 1100 nm	<0.15 / <0.25 $\lambda$
EL-10-30-Ci-VIS-LD-MV	-1.5 至 +3.5 dpt	-150 mm	•	400 - 700 nm	<0.15 / <0.25 $\lambda$

\* 波前誤差為在 525 nm 波長下垂直/水平光軸方向上的均方差 (RMS)  $\lambda$

# EL-10-42-OF電動可調焦液態鏡頭

整合光回饋系統可確保最高水平的重複性

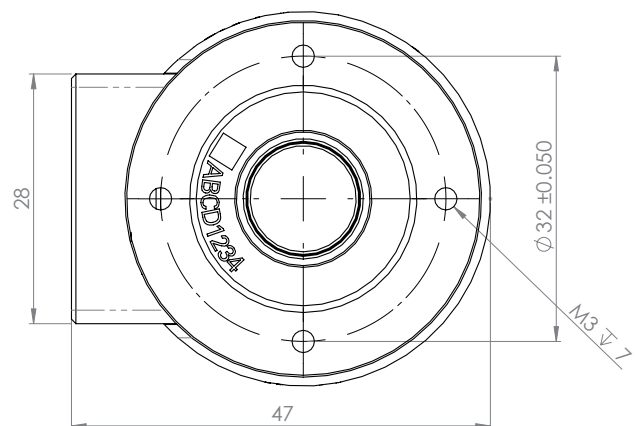
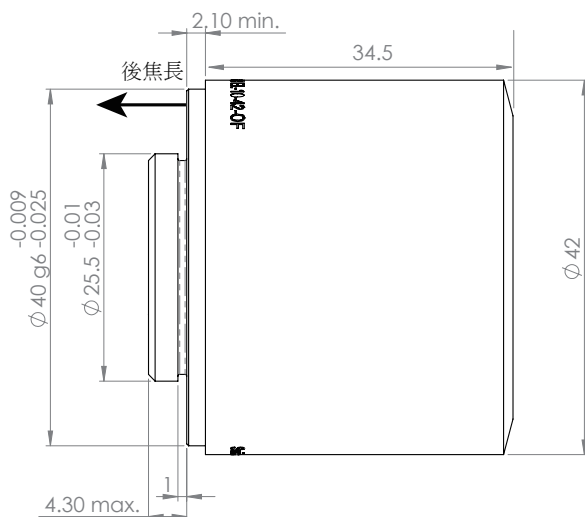
EL-10-42-OF系列鏡頭具有整合的光回饋系統，是Optotune生產的鏡頭中精準度最高的產品。該系列鏡頭的工作原理是基於一套完善的可變形鏡頭技術，可通過施加電流來調節鏡頭的曲率半徑，因此鏡頭可在數毫秒內完成調焦。整合的光回饋系統可即時測量鏡頭的屈光度，從而實現精準的閉環控制。此外，溫度穩定系統可使鏡頭的工作溫度誤差保持在極小的範圍內，進一步提高鏡頭的穩定性，使其在溫度變化範圍較大的環境也可保持最高水平的重複性。與EL-E-OF-A電子元件配合使用可確保最佳的控制。Optotune的EL-10-42-OF系列鏡頭具備超高的光學性能、重複性以及速度，是雷射加工應用的完美之選。

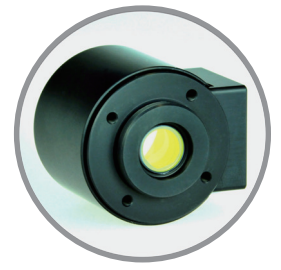
應用領域

- > 雷射雕刻
- > 雷射清潔
- > 雷射微加工
- > 雷射微焊接
- > 雷射直接成型

規格	
尺寸 (寬度或 $\phi$ ×厚度)	42 × 47 mm
通光孔徑	10 mm
屈光度可調範圍	- 2 to +2 dpt (- 500至負無限大; 無限大至+500 mm)
屈光度重複性	< 0.01 dpt
透光率 (>94 %)	950 to 1100 nm
損傷閾值@1064 nm: 125納秒脈衝頻率為50 kHz 10皮秒脈衝頻率為50kHz	2.60 J/cm <sup>2</sup> 2.05 J/cm <sup>2</sup>
損傷閾值 @532 nm: 1納秒脈衝頻率為300 kHz 10皮秒脈衝頻率為50 kHz	0.19 J/cm <sup>2</sup> 0.11 J/cm <sup>2</sup>
80%通光孔徑的波前品質*	<0.1 / <0.2 $\lambda$
10-90 %的階躍時間	12 ms (類比控制器); 8 ms (數位控制器)
穩定的工作溫度	47° C
溫度控制/光回饋	溫度控制回饋
工作溫度	10 至 40° C

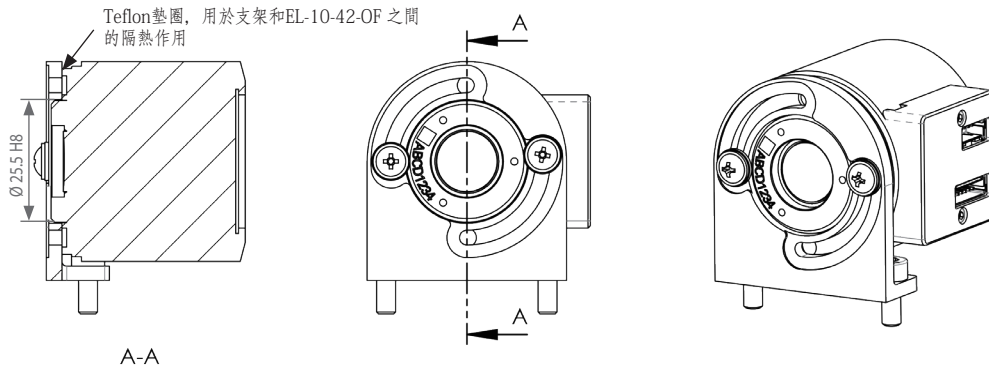
\*波前誤差為在525 nm波長下垂直/水平光軸方向上的均方差 (RMS)  $\lambda$





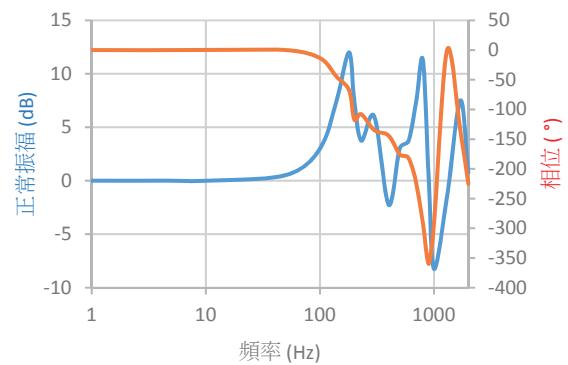
## 校正和安裝

如下圖所示，在安裝EL-10-42-OF鏡頭時務必要對準光軸，建議使用支架板。關於設計的詳細尺寸，請參考鏡頭外殼的技術圖紙。我們的方案利用了鏡頭的外徑部分，其容許容許偏差極小 (ISO g6)。支架板通孔的ISO容許偏差為H8。用螺釘將鏡頭從正面固定在支架板上，這樣可以保障最高的光軸對準度。由於接口和螺絲孔的相對位置因鏡頭而異，因而更長的通孔可使用戶在對準時擁有更大的旋轉調適空間。為實現最佳的隔熱效果，需在鏡頭正面和支架板之間放置Teflon墊圈 (包含在包裝中)。如下圖所示，旋轉鏡頭使接口朝上。



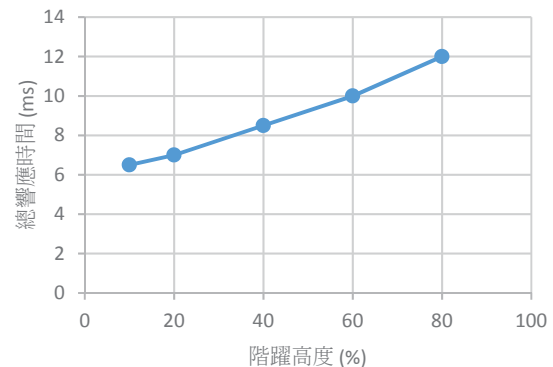
## 波特圖

當頻率為200 Hz時，EL-10-42-OF鏡頭的振峰相對較寬，並且在相同的頻域內，相位特徵信號發生改變。據右圖顯示，鏡頭最大控制速度的物理限制約為100 Hz (為諧振頻率的一半)。



## 階形響應

右圖展示了使用EL-E-OF-A電路板驅動的EL-10-42-OF鏡頭在不同階躍高度的階躍響應。



# EL-16-40-TC電動可調焦液態鏡頭

通光孔徑大、重複性高

Optotune生產的EL-16-40-TC鏡頭擁有高達16 mm的通光孔徑，是世界上最大的電動可調焦液態鏡頭。該款鏡頭在以下各方面均進行了改良：

- > 通光孔徑比原先的鏡頭大60%，光通量增加了2.5倍
- > 零屈光度狀態
- > 強大”推拉式”設計的致動器使屈光度能在-10至+10 dpt範圍內調整
- > 低熱漂移，重複性極高
- > 定位精度高
- > 緊湊型設計

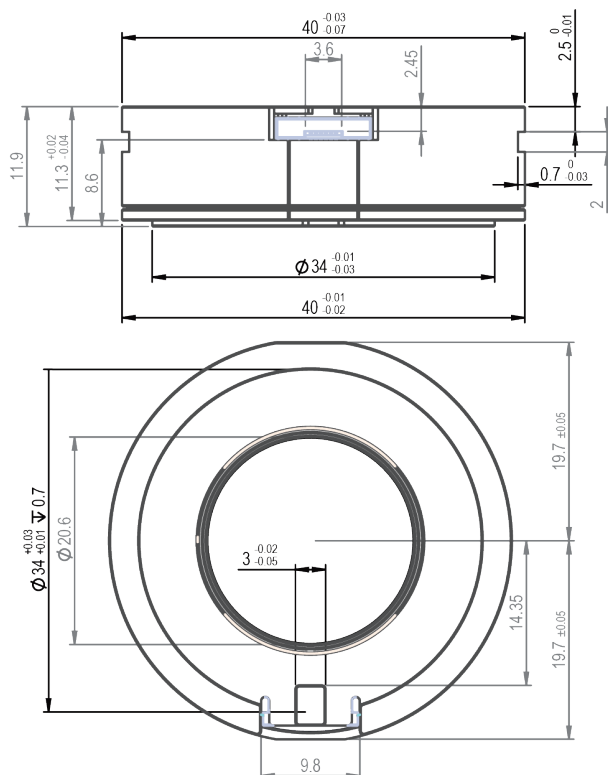
EL-16-40-TC鏡頭提供適用於OEM整合的緊湊型版本，以及配備多種螺紋轉接環和堅固的Hirose連接器的版本。工業版本可直接與常見的成像鏡頭結合使用，適用於工業應用。

應用領域：

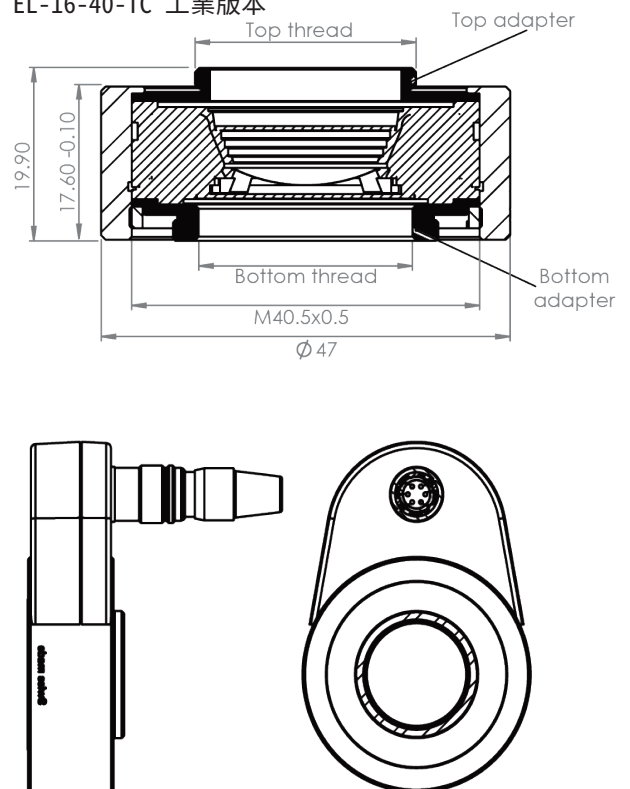
- > 機器視覺
- > 顯微技術
- > 綜合驗光儀
- > 擴增實境 (AR)
- > 夜視鏡

規格	
尺寸 (ø×厚度)	40×11.9 mm
通光孔徑	16 mm
使用Optotune鏡頭驅動器4 (-250 to +250 mA)時的屈光度	5D型號: -2至+3 dpt (-500至負無限大; 無限大至+333 mm) 20D型號: -10至+10 dpt (-100至負無限大; 無限大+100 mm)
透光波段 (>90%)	450 至 950 nm (EL-16-40-TC-VIS) 850 至 1500 nm (EL-16-40-NIR)
10-90 %的階躍時間/穩定時間	5 ms, 25 ms
周期 (10% - 90% 正弦驅動)	> 1'000'000'000 (次)
溫度控制/光回饋	溫度控制回饋
工作溫度	- 20 至 65 ° C

EL-16-40-TC OEM 版本

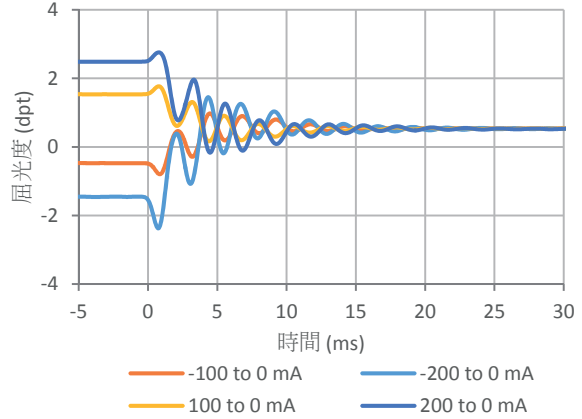
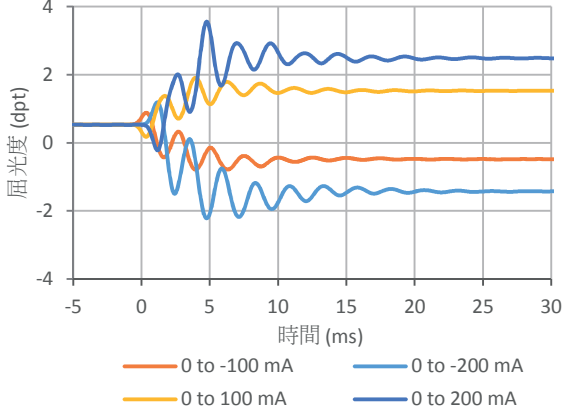


EL-16-40-TC 工業版本

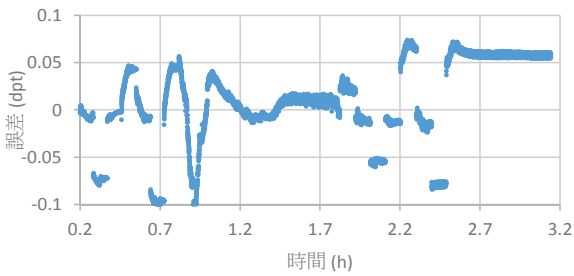
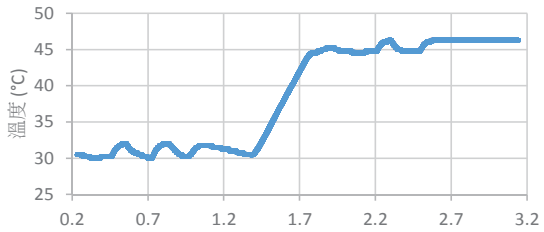
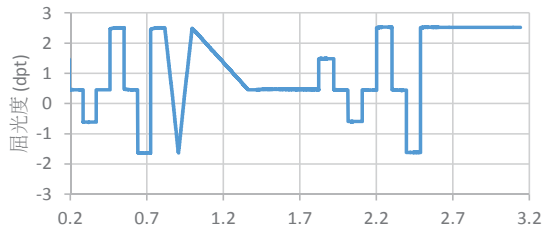




### 反應時間達毫秒級



### 屈光度重複性穩定在±0.1 dpt範圍內



在不同條件 (如階躍的大小、曲線的傾斜度等) 下，屈光度也會不同。與其他曲線一樣，x軸表示時間，單位為小時。

1.5小時後，溫度達到45° C，升高了15° C。

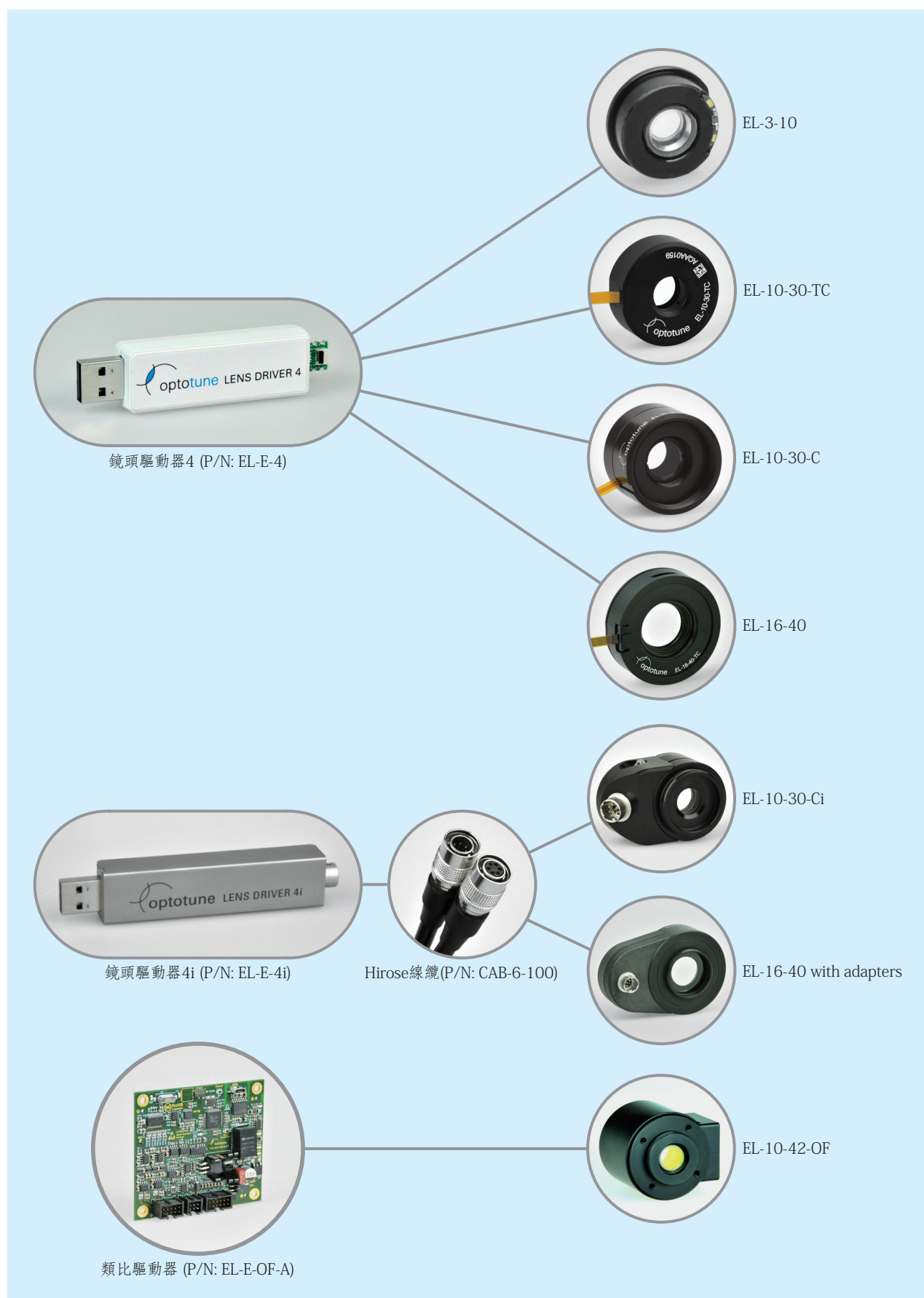
屈光度誤差代表重複性，是屈光度測量值與設置值之間的差值。重複性保持在±0.1 dpt內。

標準產品*	調焦範圍	上部接頭	底部接頭
EL-16-40-TC-VIS-5D	- 2 至 +3 dpt	無	無
EL-16-40-TC-VIS-20D	- 10 至 +10 dpt	無	無
EL-16-40-TC-VIS-5D-M25.5	- 2 至 +3 dpt	M25.5 × 0.5 公	M40.5x0.5 母
EL-16-40-TC-VIS-5D-M26	- 2 至 +3 dpt	M26 × 0.706 公	M26 × 0.706 母
EL-16-40-TC-VIS-5D-M27	- 2 至 +3 dpt	M27 × 0.5 公	M40.5x0.5 母
EL-16-40-TC-VIS-5D-M30.5	- 2 至 +3 dpt	M30.5 × 0.5 公	M40.5x0.5 母
EL-16-40-TC-VIS-5D-C	- 2 至 +3 dpt	C-mount 公	C-mount 母
EL-16-40-TC-VIS-5D-M42	- 2 至 +3 dpt	M42 × 1 公	M42x1 母
EL-16-40-TC-VIS-20D-C	- 10 至 +10 dpt	C-mount 公	C-mount 母

\*所有列於本表的標準產品亦可適用於近紅外光鍍膜 (850 - 1500 nm)

## 鏡頭驅動器簡介

Optotune 電動鏡頭基本上是由電流控制的。用戶可通過多種電流源進行鏡頭驅動，但與這些電流源不同的是，Optotune 鏡頭驅動器還具備一些重要的附加功能。用戶可通過 I2C 連接座讀取整合內存和感測器內的數據，在“屈光度模式”下控制鏡頭，從而實現最高的重複性。





## 鏡頭驅動器 4

### 精密電流源

電動鏡頭驅動器提供一個簡單而精確的解決方案，用於控制Optotune電動鏡頭。鏡頭與驅動器之間的通信基於開放式串口協定，支援Windows、Linux和嵌入式系統。

Optotune提供以下兩種外殼版本供用戶選擇：EL-E-4系列帶塑料外殼，專為OEM用戶設計。ELE-4i系列帶金屬鋼外殼及可自動鎖定的Hirose連接器，適合在工業環境中使用。兩款驅動器均支援電流模式和屈光度模式。



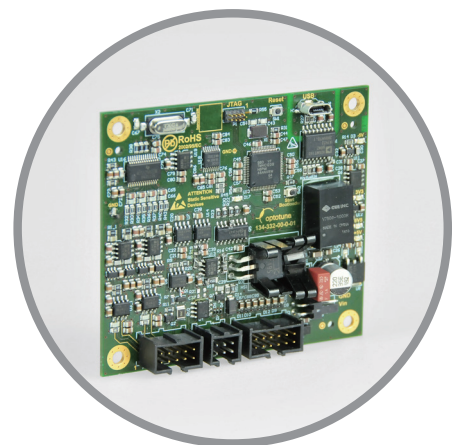
電子設計和硬體均提供額外的類比控制介面 (0~5 V輸入電壓分別對應最小和最大電流)和UART介面 (與USB埠使用同種協定)。

規格	EL-E-4 / EL-E-4i
尺寸 (L × W × H)	77 × 19 × 13 / 99.05 × 19 × 13.5 mm
重量	11 / 41 g
PC 連接座	USB A型埠
USB輸入電壓	5 V
最大輸出電流	高達290 mA，具體數值因鏡頭電阻而異
輸出電流分辨率	4096階躍 (12位元)
支援的作業系統	Windows 7 & 10, Linux

## 支援光回饋功能的鏡頭驅動器

### 專為雷射加工應用而設計

EL-E-OF-A驅動器可通過0~5 V的類比電壓信號實現對EL-10-42-OF鏡頭模組的控制，並提供多種用於狀態驗證的數位信號。該驅動電路板通過將類比信號轉換為數位信號來讀取、控制和設置電壓信號，通過PID環路進行數位處理，並提供電流源來實現對鏡頭和加熱裝置的驅動。此外，該電路板還經過優化，不帶外殼，可更加順暢地整合到用戶的OEM雷射加工系統中。



規格	
尺寸 (L × W × H)	85 × 75 × 30 mm (插入連接器時的高度)
重量	40 g
供電電壓 Vcc	12 - 24 V
鏡頭功耗	@ 6.5 V: 0 至 3 W
加熱器功耗	@ 12 V: 0 至 5.76 W @ 24 V: 0 至 23.04 W



# 應用領域



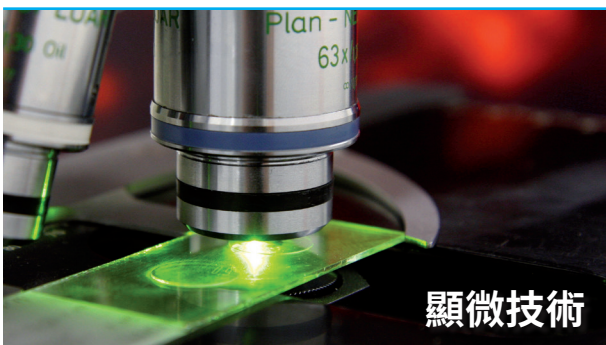
- > 通過單一系統對不同的形狀和尺寸進行檢測
- > 工作距離改變時可在數毫秒內完成調焦
- > 可與標準CCTV、遠心和變焦鏡頭結合使用
- > 支援自動對焦、自定義對照表、距離感測器三種聚焦方法



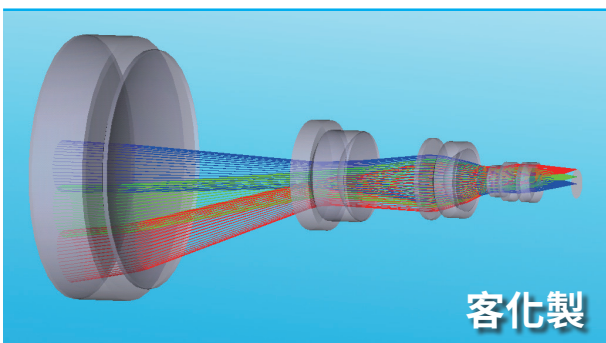
- > 快速控制z軸
- > 帶或不帶F-Theta鏡頭的2.5D & 3D雷射加工
- > 採用較少的部件實現緊湊、可靠的設計
- > 最大能量密度達 $2.6 \text{ J/cm}^2$
- > 掃描範圍大



- > 更大的光學相干斷層掃描範圍，單次掃描區域可覆蓋眼角膜、人工水晶體
- > 小巧緊湊、快速聚焦 (如眼底檢查鏡和狹縫燈)
- > 驗光
- > 持續的自覺驗光矯正 (如可攜式綜合驗光儀)
- > 視覺缺陷補償 (如視野儀)



- > 數毫秒內完成軸向對焦
- > 適用於寬視野、共聚焦、雙光子螢光及光片照明顯微鏡
- > 基於焦平面陣列的3D掃描成像
- > 快速簡單的圖像合成



- > 研發團隊由30多名工程師組成
- > 使用Zemax軟體進行光學設計
- > 使用Solidworks軟體進行機械設計
- > 電子產品及軟體
- > 採用門徑式項目管理流程

# 機器視覺

永遠聚焦

## 產品優勢

- > 大範圍工作距離
- > 出色的近距離拍攝功能 (Macro)
- > 簡便的安裝和遠程聚焦控制操作
- > 反應時間短 (2.5 - 15 ms)
- > 可靠性高 (超過10億次快速調焦，無需移動鏡頭)

## 應用領域

- > 品質控制 (如：液體、電子產品、瓶子、液晶顯示屏、印刷電路板和鏡頭模組等)
- > 條碼讀取
- > 包裹分揀
- > 機器人系統
- > 3D圖像合成

您可在以下網站線上計算您的配置：<http://configurator.optotune.com>

## 產品檢測

數毫秒內對焦，數十億次快速調焦



您想要從不同工作距離檢測您的產品嗎？您想要無論距離多遠都能快速讀取二維條碼嗎？

Optotune可調焦液態鏡頭具備豐富的功能和小巧的外形，可在數毫秒內完成調焦。由於不涉及平移部件，整個系統可實現緊湊、堅固的機身設計，並能達到數十億次快速調焦。Optotune鏡頭需與市面上的成像鏡

頭結合使用，安裝在成像鏡頭的前面或後面均可。下文提供了兩個案例，如需了解更多案例可查看我們的應用說明。

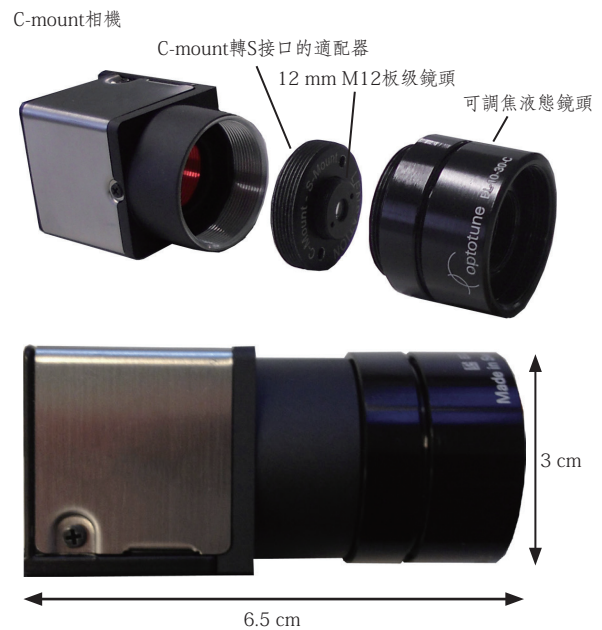
## Optotune可調焦液態鏡頭，機器人的火眼金睛

拉近攝像距離，變焦以放大視圖

焦距從8-50 mm的視覺系統可配備一個可調焦液態鏡頭放置於鏡頭前方，其對焦範圍為100 mm (屈光度為10 dpt)到無窮遠 (屈光度為0 dpt)，在增加墊片後，對焦範圍的下限會更小。可調焦鏡頭安裝在濾鏡螺紋上，置於成像鏡頭前面。

對於機身極其緊湊的系統，可配合M12板級鏡頭使用。其中，可調焦液態鏡頭可直接安裝在C-mount相機上，如右圖所示。

5倍縮放案例：配12 mm鏡頭且感測器尺寸為1/2英寸的系統在1000 mm處的水平視野 (HFOV)達540 mm，方便進行整體查看。200 mm處的水平視野降至110 mm，方便進行微距成像。



## 提高物流靈活性

無需額外配備其它相機即增加工作距離範圍

本案例以物流領域中一項包裹分揀應用為例進行了介紹。在該案例中，該款鏡頭的工作距離可針對每個包裹從無窮遠調整至250 mm。

Optotune生產的EL-16-40-TC-VIS-5D-M42鏡頭可通過M42-mount安裝於Zeiss Distagon 28 mm鏡頭後面，使感測器到成像鏡頭的法蘭距保持在45.5 mm。對於光學尺寸遠大於1英寸的感測器，在保持高分辨率和低失真率的同時，會導致圖像出現嚴重漸暈。在該配置中，最大像圈為30 mm。

當將可調焦液態鏡頭安裝於標準C-mount成像鏡頭 (法蘭距為17.5 mm)後面時，可調焦液態鏡頭相當於一個延伸環。成像鏡頭與相機之間的距離越大，其工作距離就越小。該配置要求定焦鏡頭的焦距需為35 mm或以上，尤其適用於近距離拍攝 (Macro)。



# 雷射加工

3D區域調光控制

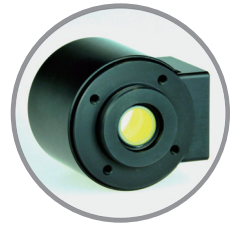
## 產品優勢

- > 掃描範圍大
- > Z軸範圍大
- > 結構緊湊
- > 超高速率，實現真正的3D雕刻
- > 高可靠性 (無需移動鏡頭)

## 應用領域

- > 雷射雕刻
- > 雷射清潔
- > 雷射微加工
- > 雷射微焊接
- > 雷射直接成型

# Optotune 電動可調焦液態鏡頭採用可實現3D區域調光控制的光回饋技術



Z軸控制快速精確，可實現較大的掃描體積

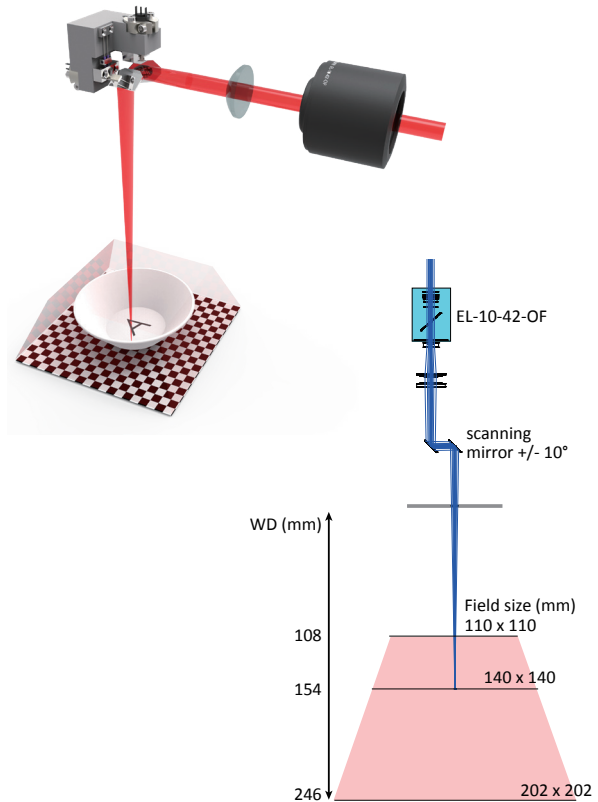
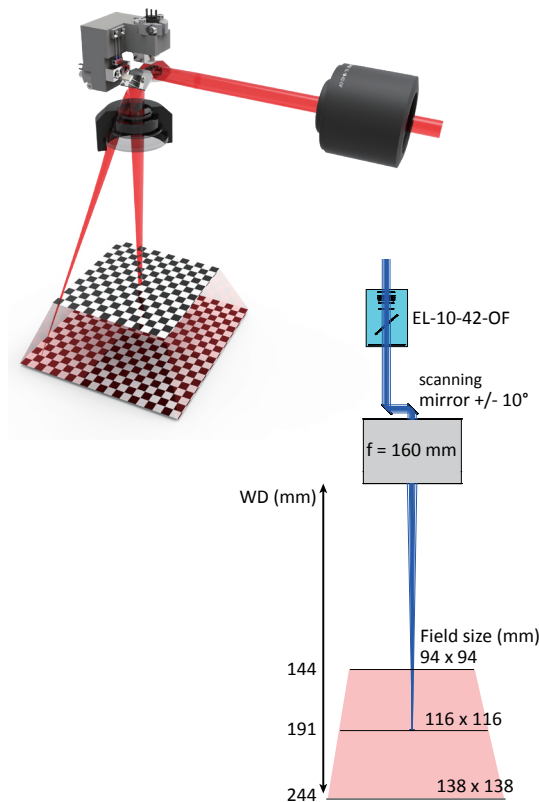
Optotune可調焦液態鏡頭採用光回饋技術，支援2.5D和3D雷射加工功能，是雷射加工系統實現快速Z軸調光控制的最佳之選。EL-10-42-OF鏡頭適合與納秒或皮秒脈衝雷射器（波長分別為532及1064 nm，能量密度高達2.6 J/cm<sup>2</sup>）作搭配使用。

## 2.5D雷射加工

EL-10-42-OF鏡頭結構緊湊，結合可靈活調整工作距離的標準f-theta鏡頭，可提供更大的Z軸掃描範圍。例如，當該款鏡頭與焦距為160 mm的f-theta鏡頭搭配使用時，Z軸掃描範圍可達100 mm，如下圖所示。另外，因為f-theta鏡頭具備平場功能，可快速簡單地整合到EL-10-42-OF鏡頭。通過控制卡發出的類比信號，EL-E-OF-A驅動電子板可沿Z軸精確控制EL-10-42-OF鏡頭，快速實現Z軸坐標值大幅度跨越。

## 3D雷射加工

當EL-10-42-OF鏡頭未與f-theta鏡頭搭配使用時，可使用其他固定光學組件及可調焦液態鏡頭將雷射束聚焦至加工表面上。然後EL-10-42-OF鏡頭控制Z軸來實現平場功能，並通過調整Z軸範圍，最終實現真正的3D處理。這種配置的好處是可以提供更大的掃描場以及比2D系統更高的光學品質（光點更小）。在下文所示的兩種參考設計中，表明在有相似的最大工作距離的情況下，在未與f-theta鏡頭搭配使用時，鏡頭掃描面積更大。



- > 不同需處理平面之間快速變換
- > 結構緊湊
- > 類比信號控制介面操作簡單
- > 快速整合

- > 更大的掃描範圍和Z軸工作範圍
- > 系統設計的高靈活性
- > 需額外的固定光學組件
- > 需3D雷射加工軟體

如需搭建及優化配備了EL-10-42-OF鏡頭的雷射加工系統，請聯繫我們的銷售團隊以獲得整合和光學設計技術支援。sales@optotune.com

眼科

集萬千鏡頭於一體

### 產品優勢

- > 結構最緊湊的視力矯正方式
- > 持續進行實時調整
- > 球鏡度數為± 20 dpt，柱鏡度數為±10 dpt
- > OCT (視網膜光學斷層掃描儀)的掃描範圍更大
- > 防止調節 (霧視療法)

### 應用領域

- > 綜合驗光儀
- > 自動驗光儀
- > 視野計
- > 視網膜成像
- > OCT (視網膜光學斷層掃描儀)



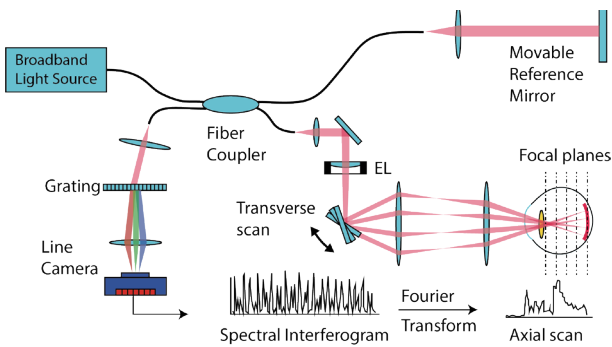
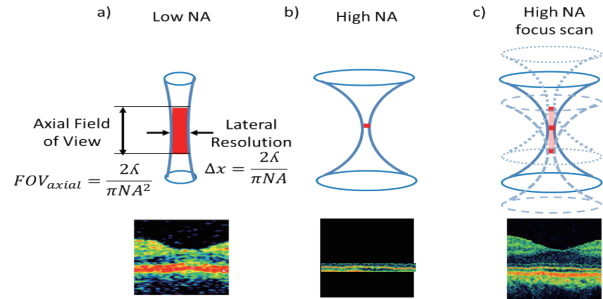
# OCT掃描範圍更大

同時實現角膜和視網膜OCT成像



隨著青光眼、視網膜和角膜疾病患者數量不斷增加，OCT (視網膜光學斷層掃描儀) 在眼科領域的應用越來越廣泛。配備了Optotune電動可調焦液態鏡頭的OCT系統可對焦至眼睛內部不同的焦平面上，並同時描繪角膜和視網膜。它同時支援時域式 (Time Domain)、空間域式 (Spectral Domain) 與掃頻式 (Swept Source) OCT技術；其快速調焦功能，可實現實時追蹤眼球，從而使測試結果更可靠。整個光學部件結構緊湊、堅固耐用，無需平移部件。

除此之外，Optotune的電動可調焦液態鏡頭可以不用再向橫向分辨率和軸向視場之間作出取捨。

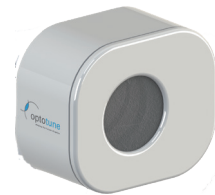


## 產品優勢

- > 完整眼球的擴展OCT成像
- > 根據不同病人進行調整
- > 支援眼球內部掃描
- > 空間域式與掃頻式OCT的掃描範圍更廣泛
- > 橫向分辨率更高

# 綜合驗光儀

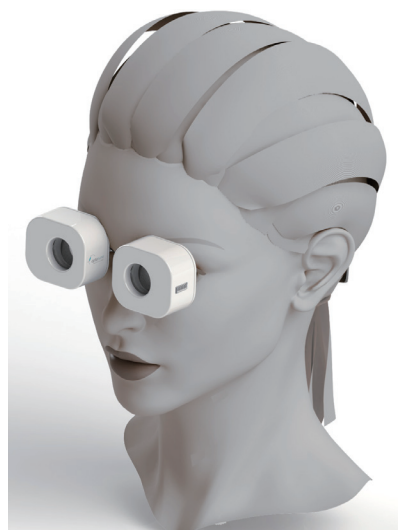
超緊湊型便攜式模組



儘管自動驗光儀和角膜地形圖儀等驗光工具已廣泛使用，但是驗光鏡頭和綜合驗光儀等自覺驗光方式依然是矯正鏡頭度數測量的基礎。

擇添加可調焦矯正稜鏡。此外，驗光師還可通過無線輸入設備更改鏡頭參數。

這些昂貴且笨重的儀器 (如傳統的綜合驗光儀等) 被緊湊便攜型的頭戴式設備所取代，已成為大勢所趨。Optotune生產的電動可調焦液態鏡頭加上兩個旋轉式柱體鏡頭便可實現近視和散光矯正。用戶還可選



### 標準目標參數

透光孔徑	18-20 mm
球鏡度數	-20 to +20 dpt (增量: 0.12 dpt)
柱鏡度數	-8 to 0 dpt (增量: 0.25 dpt)
稜鏡	0-20 Δ (增量: 0.1 Δ)
散光軸度	0-180° (增量: 1°)
瞳孔距離	48-80 mm

# 顯微技術



## Z 軸 光 學 掃 描

### 產品優勢

- > 快速Z方向圖像合成
- > 快速振盪模式
- > 大孔徑
- > Z軸調節範圍大

### 應用領域

- > 寬場顯微技術
- > 共聚焦顯微技術
- > 雙光子顯微鏡技術
- > 光片照明顯微技術
- > DNA和血液分析

## 毫秒間完成Z軸掃描

### 在光學掃描中避免機械運動

現今，科學家們越來越迫切需要儀器在越短的時間內以極高的空間分辨率捕捉生物體的結構和功能圖像。然而，所有高清2D成像系統均無法突破景深小這一難關。

傳統上，捕捉3D圖像數據需要通過移動平台或壓電式Z軸物鏡掃描儀對物體或樣本進行機械平移。由於此類設備中運動部件的機械慣性，在數百微米的Z軸範圍內，Z軸掃描頻率很難達到10至20 Hz。

但是一種採用了電動可調焦液態鏡頭的“遠程對焦”替換方案，可在光進入或離開顯微物鏡時改變光的匯聚角度，從而導致激發點或發射點發生軸向位移。可調焦液態鏡頭還具備價格低廉、安裝和控制簡易、調焦範圍廣等優勢，是那些需要以適當分辨率進行快速體積採樣的顯微技術應用領域的絕佳之選。

## 共聚焦顯微技術

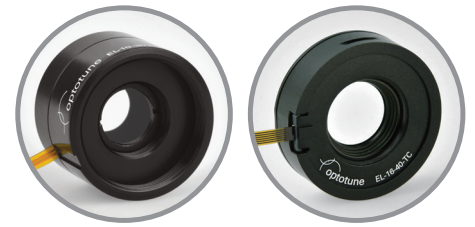
### 快速精準、掃描面積大

共聚焦顯微技術是最重要的顯微技術之一，廣泛應用於細胞生物學、單分子物理等眾多學科。根據不同的顯微鏡類型，電動可調焦液態鏡頭的安裝方案也不盡相同。其中一種方案是將可調焦液態鏡頭安裝於顯微鏡座上濾光片轉盤的定制濾光片立方體中。另一種方案是將可調焦液態鏡頭安裝於轉像系統內共聚焦掃描裝置和顯微鏡座之間。瑞士蘇黎世大學的一個研究團隊還將電動可調焦液態鏡頭安裝於轉盤式共聚焦顯微鏡的濾光片立方體中。

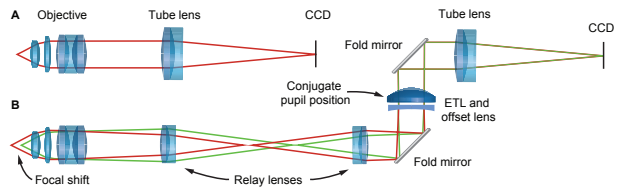
## 光片照明顯微技術

### 經濟實惠，3D顯微功能豐富多樣

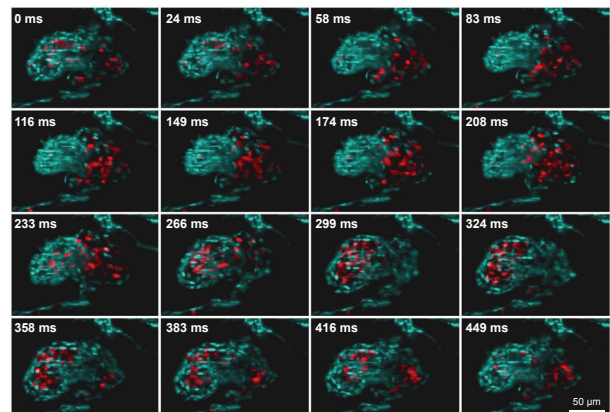
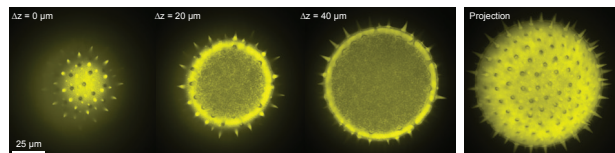
在過去10年中，光片照明顯微技術或選擇性平面照明顯微鏡 (SPIM) 被公認是生物標本活體成像的理想工具。SPIM可從配備了光片的一側照明樣本，以抑制螢光激發並發射至顯微物鏡焦點所在的單平面上。SPIM集卓越的光學切片顯微成像、低光毒性和高圖像採集速率三大優勢於一身。近來，SPIM還配備了EL-10-30以進行快速體積掃描。加上高速相機的應用(每秒輸出數百至數千幀)，能夠實現以每秒30至60次體積掃描的非凡速率採集10至20片跳動的斑馬魚心臟。該儀器具備如此高的體積率，可追蹤流過跳動的心臟的每個紅血球。



最簡單的安裝方法是將可調焦液態鏡頭安裝於鏡筒內遠場校正物鏡與鏡筒透鏡之間。但這會導致放大率的改變。更好的方法是通過一個定制的轉像系統在顯微物鏡上設定一個瞳孔位置共軛。



使用40倍的物鏡，NA值1.3可達到Z軸掃描60  $\mu\text{m}$  的深度。如下圖為使用共聚焦顯微技術所拍攝的3D花柳影像。



# 全球銷售和支援



## Optotune offices

● Optotune Switzerland AG  
sales@optotune.com

● Optotune Korea  
daniel.lee@optotune.com

● Optotune Taiwan/China  
yu-chen.sun@optotune.com

## Sales partners

● Edmund Optics Inc.  
www.edmundoptics.com

● Qioptiq Photonics GmbH  
www.qioptiq.com

## North America

### United States

● Pacer USA  
info@pacer-usa.com

● 1stVision, Inc.  
info@1stvision.com

● Pyramid Imaging, Inc.  
sales@pyramidimaging.com

● Keystone Automation  
www.keystoneautomation.com

● Systems Integrators LLC  
info@syntegrators.com

### Mexico

● Infaimon  
infaimon.mx@infaimon.com

## South America

### Brazil

● Infaimon  
infaimon.br@infaimon.com

## Europe

● STEMMER IMAGING GmbH  
info@stemmer-imaging.com

### United Kingdom

● Pacer International  
info@pacer.co.uk

### Scandinavia

● Optonyx AB  
info@optonyx.com

### France

● Optoprime SAS  
info@optoprime.com

### Spain, Portugal

● Infaimon S.L.  
infaimon@infaimon.com

### Hungary

● Sanxo-Systems Kft.  
info@sanxo.hu

### Israel

● Prolog Optics  
info@prologltd.com

### Italy

● IMAGE S S.p.A.  
sales@imagesspa.it

## Asia

### China

● Purple Berry Instrument Inc.  
info@purpleberry.cn

● Heidstar Co., Ltd.  
sales@heidstar.com

● Pixoel Technology Co., Ltd  
sales@pixoel.com

● LUSTER LightTech Co., Ltd  
pengfeili@lusterinc.com

### Japan

● Opto Science, Inc.  
info@optoscience.com

● Daitron Co., Ltd  
koinuma@daitron.co.jp

### Korea

● UniOTech  
sales@uniotech.kr

● IOVIS CO., LTD.  
sales@iovis.co.kr

### Southeast Asia

● iSolutions Technology Pte. Ltd.  
sales@isolutions.com.sg

● JM Vistec System Pte Ltd  
info@jm-vistec.com

### Taiwan

● Onset Electro-Optics Co., Ltd.  
sales@onset-eo.com

● Sure Technology Corporation  
sureinquiry@surevision.com.tw

