

第二十四章 雷射聚焦透鏡 (Laser Focusing Lenses)

影碟和光碟所用的雷射是小的，操作於單雷射波長的高數值孔徑透鏡。其涵蓋非常小的視野，為繞射所限制，且為幾乎等光程的。

圖 24-1 顯示一個使用氦-氖雷射給影碟用的 $f/1$ 透鏡。視場角為 1° 。ELF=0.2。這個設計是基於 Minoura(1979)專利。資料給在表 24-1。

SRF	RADIUS	THICKNESS	APERTURE RADIUS	GLASS
OBJ	0.000000	1.0000e+20	8.7269e+17	AIR
AST	0.000000	-0.072000	0.100000 A	AIR
2	0.460500	0.075000	0.125000	SF6 C
3	-1.194200	0.024000	0.125000	AIR
4	-0.275900	0.022000	0.095000	BK7 C
5	-0.577800	0.069000	0.125000	AIR
6	0.148800	0.109000	0.095000	SF6 C
7	0.598500	0.082808 S	0.095000	AIR
IMS	0.000000	0.000000	0.001732 S	

表 24-1 影碟透鏡

第一鏡面到像距為 0.384，畸變=0.3%（針孔）。

目前製造這些透鏡的一個趨勢為用塑膠或玻璃射出成型（Fitch, 1991）。這具有重量輕、低價格以及容易使用非球面的優點。

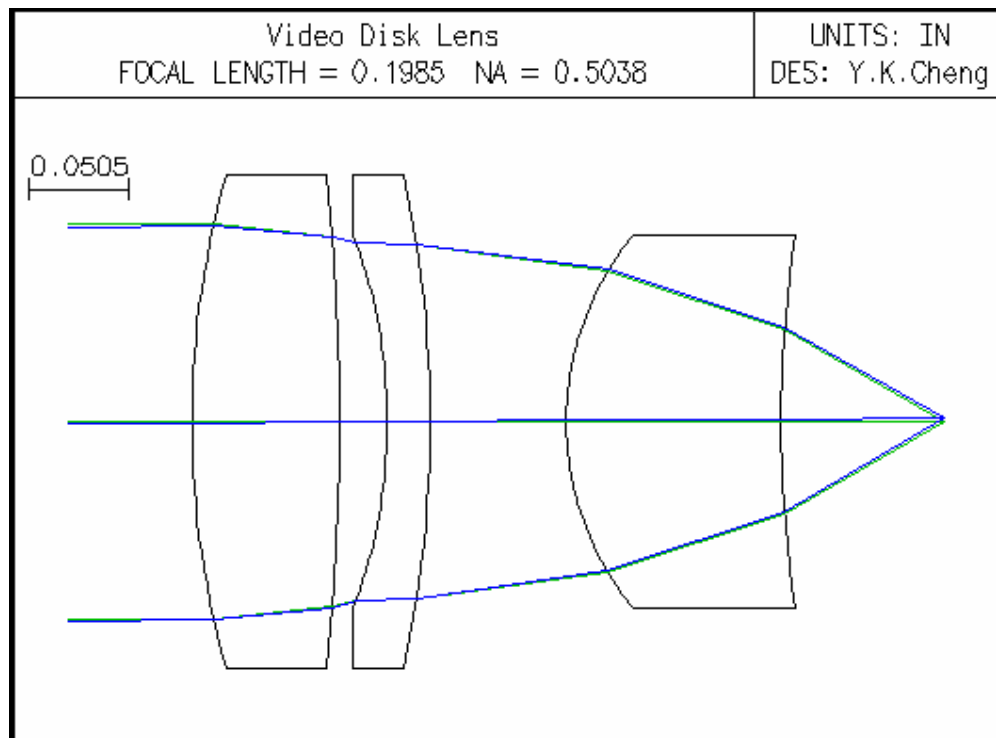
另一種技術為把薄層塑膠折疊在模造玻璃上（Saft, 1994）。鑄模價格相當高是一個事實，但是當模仁製造好，大量生產的透鏡價格是很低的。這個過程具有使空間與支撐機構模造在透鏡上的額外優點。

使用圓錐的部分，一個無球差的單透鏡是可能的。求助於圖 24-2：對於平面雙曲的例子，一個平面波前入射在平坦面且在雙曲面折射為球面波前。如果該透鏡具有折射率 N ， R 為近軸半徑，以及 e 為離心率（在 Grey's POP 及 ZEMAX 程式使用 $A_2 = -e^2$ ，具非球面部分），則 $R = -F(N-1)$ 及 $e = N$ 。

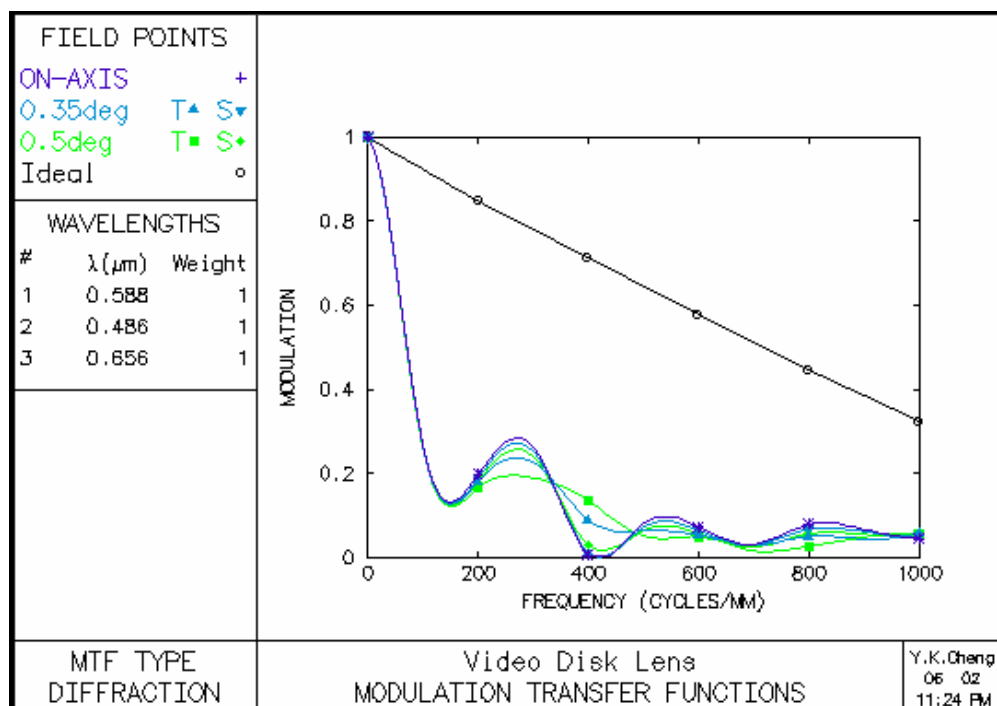
SRF	RADIUS	THICKNESS	APERTURE RADIUS	GLASS
OBJ	0.000000	1.0000e+20	8.7269e+17	AIR
AST	0.000000	0.000000	0.500000 A	AIR
2	3.173800	0.259000	0.505000	QUARTZ C
3	-6.104900	0.139000	0.505000	AIR
4	-2.436100	0.250000	0.480000	QUARTZ C
5	-2.885600	4.961971 S	0.505000	AIR
IMS	0.000000	0.000000	0.046202 S	

表 24-2 雷射聚焦透鏡

對於橢圓-球面的例子，我們有 $F = N + 1$ 。對於橢圓， $R = \frac{N^2 - 1}{N}$ ， $e = \frac{1}{N}$ ，對於球面， $R = ELF - T$ 。

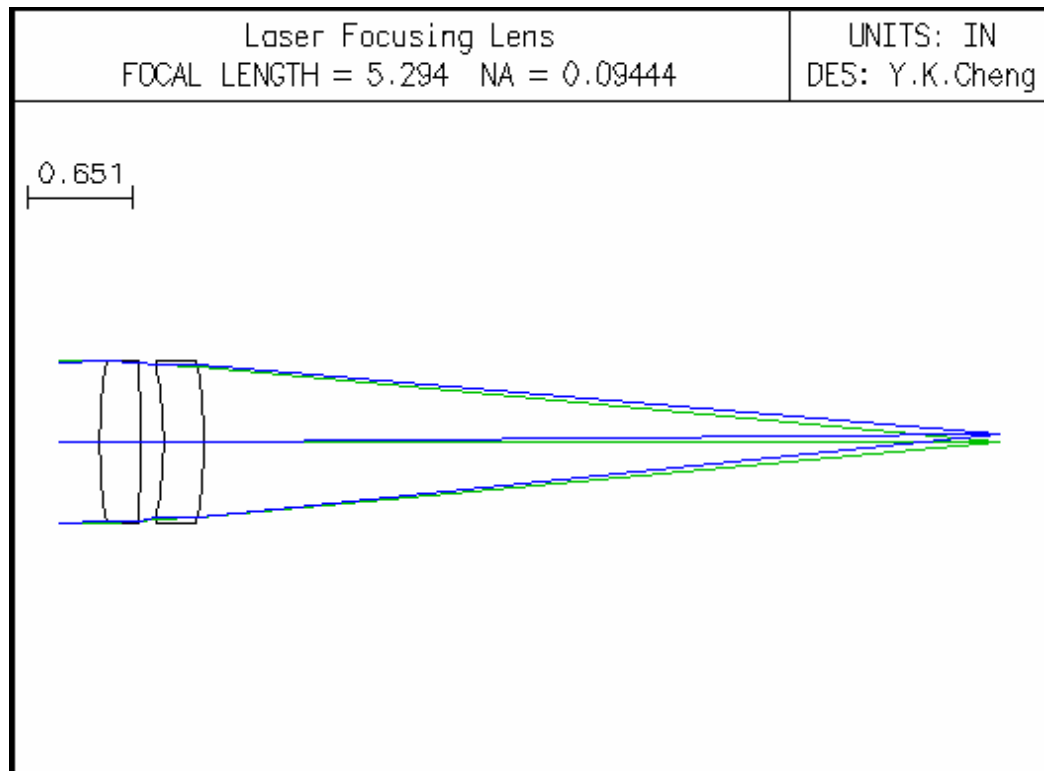


(a)

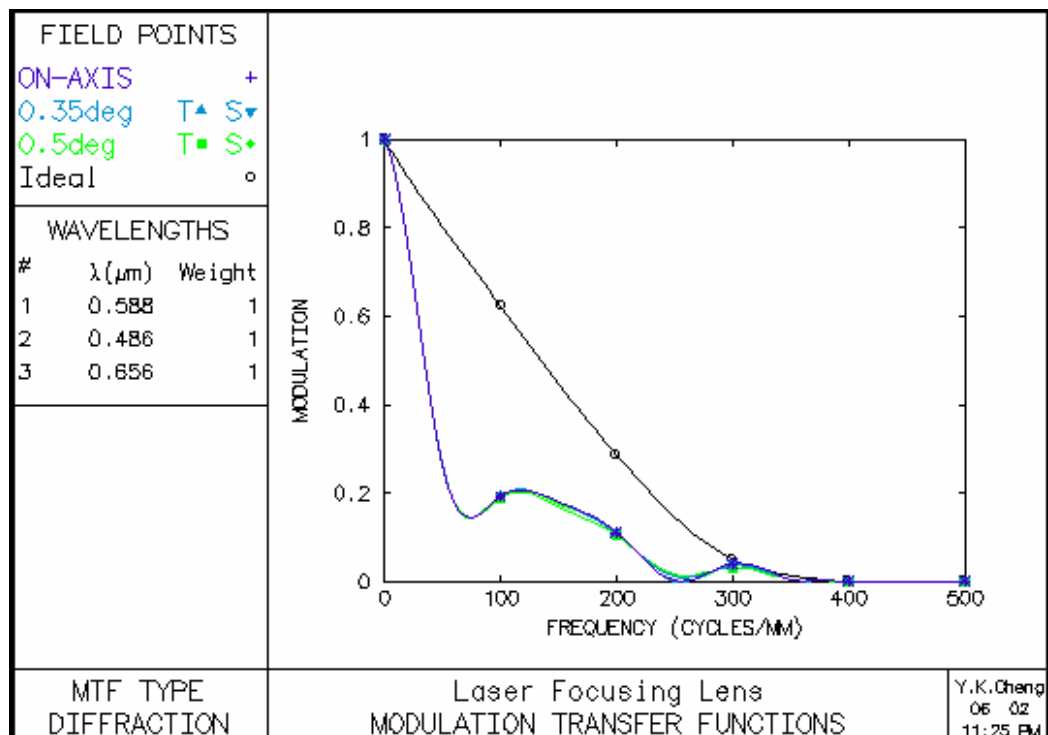


(b)

圖 24-1 (a) 影碟透鏡 (b) 系統 MTF



(a)



(b)

圖 24-3 (a) 雷射聚焦透鏡 (b) 系統 MTF

這二個例子都展現了軸上的繞射極限品質。由於過度的慧差，連離軸 5° 的表現都很差。對於實際的這些例子，光束將被準直至與透鏡光軸差距幾分弧度。圖 24-3 顯示一個用作聚焦切割雷射 (XeCl, 0.308 μ m) 的透鏡。其具有焦距 5 及直徑 1 的入射瞳孔。視角為 1° 。由於慧差的修正，雷射光束不須精確地與透鏡光軸準直。透鏡資料如表 24-2 所示。

第一鏡面到像距為 5.317。

參考文獻

- Broome, B. G. (1992). Proceedings of Lens Design Conference, (W. J. Smith, ed.), p. 235, January 1992, Los Angeles, SPIE Press.
- Chirra, R. R. (1983). Wide aperture objective lens, U.S. Patent 4368957.
- Fitch, M. A. (1991). Molded optics, Photonics Optics, October 1991.
- Isailovic, J. (1987). Videodisc Systems, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Minoura, K. (1979). Lens having high resolving power, U.S. Patent 42139267.
- Saft, H. W. (1994). Replicated optics, Photonics Spectra, February 1994.
- U.S. precision Lens. (1973). The Handbook of Plastic Optics, U.S. precision Lens Co., Cincinnati, OH.