

第六章 雙重高斯透鏡(Double Gauss Lenses)

雙重高斯型式的透鏡是起源於最初由 K. F. Gauss 所設計的望遠物鏡。其為消像散照像鏡頭的基本型式之一，且包含了一組對於中央光圈近乎對稱編制的元件。在這光圈周圍是二個面對光圈使用火石玻璃的消色差透鏡 (Brandt, 1956)，如此其表面凹向光圈。

孔徑通常為 $f/2.8$ 或更小，視場至少 30° 且後焦距長 (BFL) 為 $0.5\sim 0.9\text{EFL}$ 。這是供做 35mm SLR 相機的基本鏡組 (50mm 焦距長)。要減少 f 數值，在前後端通常會加入額外的元件。

在圖 6-1 表示一 $f/2.5$ 高斯透鏡具有 40° 視場以及 $\text{EFL}5$ 。其資料呈現在表 6-1。

SRF	RADIUS	THICKNESS	APERTURE RADIUS	GLASS
OBJ	0.000000	1.0000e+20	3.6397e+19	AIR
1	3.307700	0.420000	1.600000	SK16 C
2	13.822300	0.023000	1.600000	AIR
3	1.962500	0.605000	1.280000	SK16 C
4	-22.142600	0.283000	1.280000	LF5 C
5	1.278700	0.380000	0.750000	AIR
AST	0.000000	0.491000	0.630000 A	AIR
7	-1.729100	0.201000	0.800000	LF5 C
8	2.724300	0.672000	1.180000	SSK4 C
9	-2.295500	0.286000	1.180000	AIR
10	6.573000	0.394000	1.500000	SK16 C
11	-8.895100	2.782000	1.500000	AIR
IMS	0.000000	0.000000	1.818394 S	

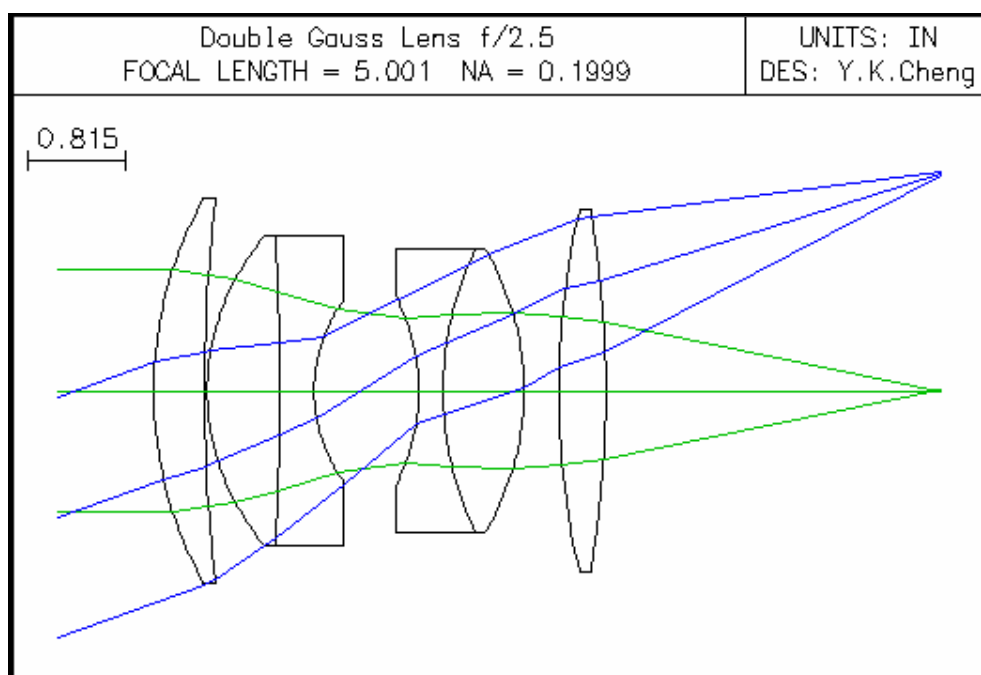
表 6-1 $f/2.5$ 雙重高斯透鏡

第一鏡面到像距為 6.538。在全視場下，入射光瞳前移了 0.012。全視場的畸變量輕微地少於 1 %。

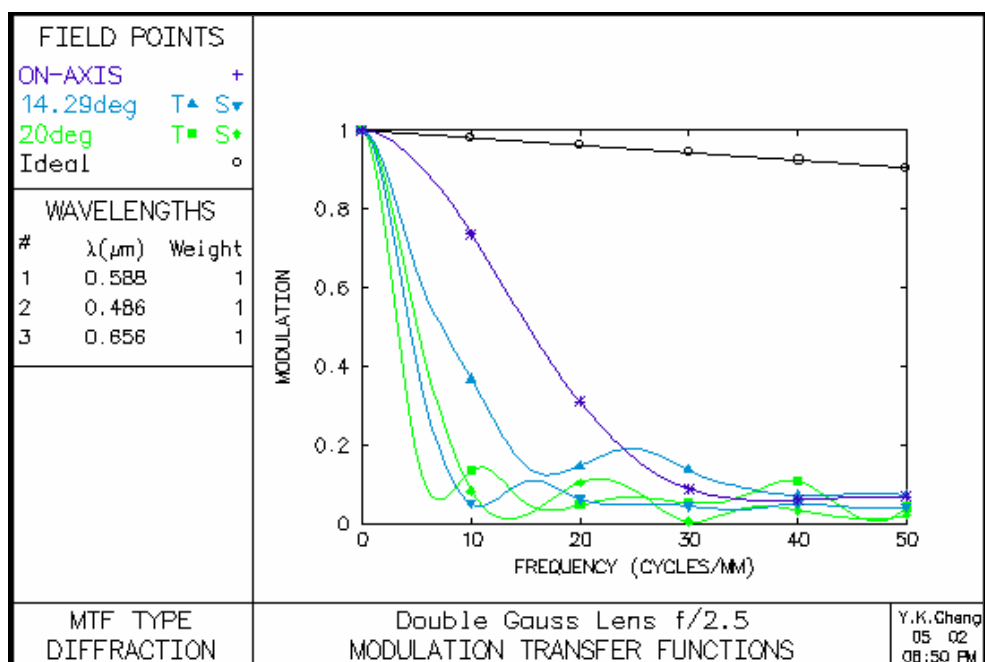
圖 6-2 表示一 50mm, $f/1.8$ SLR 照像鏡頭。其為供作 35mm 反射式單透鏡 (SLR) 照像鏡頭的基本鏡組。大的後焦距長是需要的，以容納像機內的快門以及反射鏡機構。一個努力成果的重大討論被花用在建立供作這些簡潔、質輕以及表現良好的像機的鏡組上。例如參見 Wakamiya (1984)。

在全孔徑下在視場邊角有大約 40 % 漸暈以及在離軸 16° 有 20 % 漸暈。在 $f/4$ 則無漸暈。聚焦通常位於全孔徑下視場的中央。然後在曝光的時候，鏡頭被關閉。所以，具有相對小的球差，以防止鏡頭在停下時的聚焦偏移是重要的。圖 6-2 中的透鏡資料給在表 6-2 中。

第一鏡面到像距為 3.604。這個鏡組為 Wakimoto 與 Yoshiyuki (1971) 設計

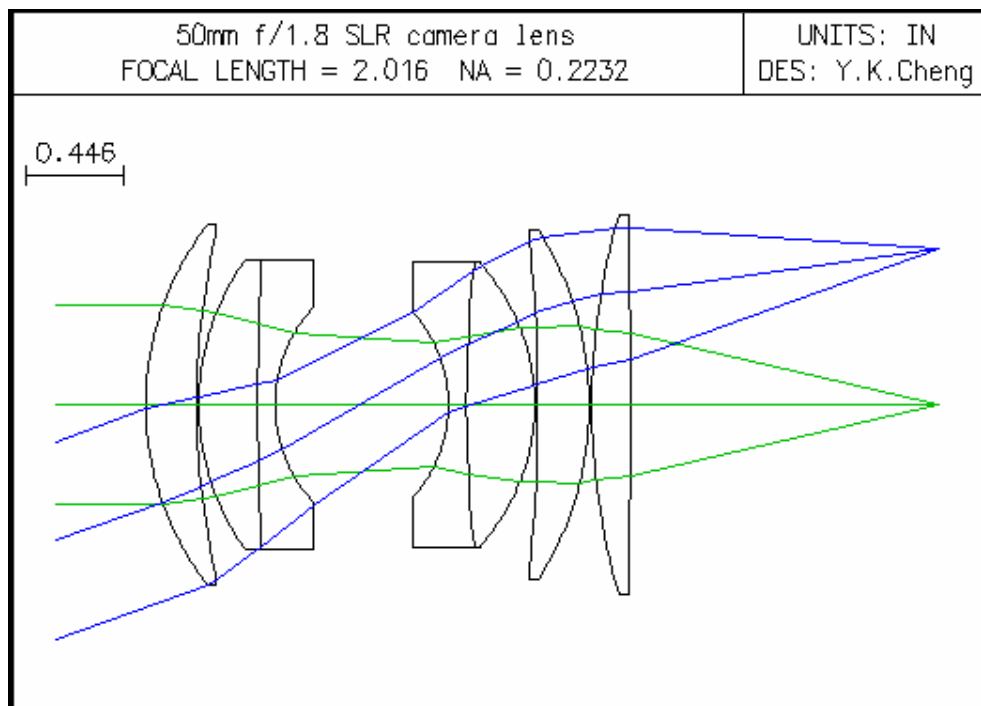


(a)

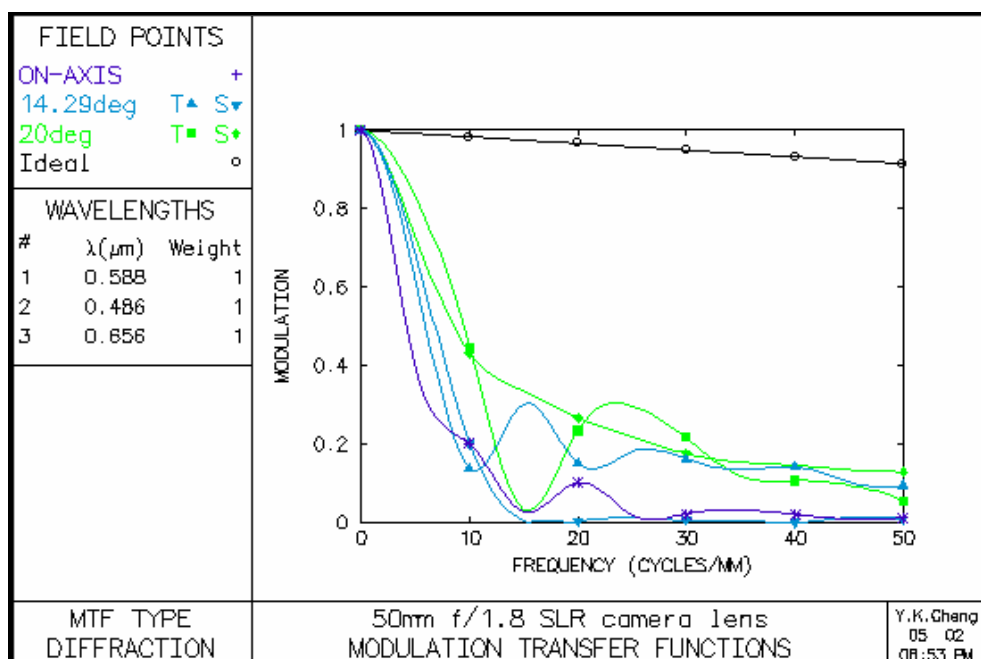


(b)

圖 6-1 (a) f/2.5 雙重高斯透鏡 (b) 系統 MTF



(a)



(b)

圖 6-2 (a) 50mm f / 1.8 SLR 像機鏡頭 (b) 系統 MTF

的小型修正。這個專利內容包含一個 $f/1.4$ 透鏡。

SRF	RADIUS		THICKNESS		APERTURE RADIUS		GLASS	
OBJ	0.000000		1.0000e+20		3.6397e+19		AIR	
1	1.330800		0.229000		0.820000		BASF2	C
2	3.374700		0.011000		0.770000		AIR	
3	1.131700		0.268000		0.660000		LAKN13	C
4	14.287900		0.080000		0.660000		SF2	C
5	0.658600		0.385000		0.445000		AIR	
AST	0.000000		0.402000		0.325000	A	AIR	
7	-0.624800		0.081000		0.420000		SF8	C
8	5.619800		0.311000		0.645000		LAK8	C
9	-0.955800		0.011000		0.645000		AIR	
10	-8.563700		0.236000		0.790000		LAKN12	C
11	-1.471200		0.011000		0.790000		AIR	
12	3.066600		0.181000		0.865000		LAK8	C
13	-46.379100		1.398000		0.865000		AIR	
IMS	0.000000		0.000000		0.734673	S		

表 6-2 50mm $f/1.8$ SLR 像機鏡頭

既然這個透鏡具有漸暈，那麼設計師調整透鏡直徑以使系統在實際上可實行是重要的。這是因為大部分的電腦程式考慮漸暈是由適當地修正在不同視場位置的入射光瞳直徑來滿足設計師的漸暈指示。透鏡的直徑必須令那些被追縱的光線能夠實際通過。若無漸暈則無此困擾；孔徑光圈預防了這一點。參考透鏡圖像，注意到第一透鏡在全視場時如何限制下緣光線，和最後透鏡限制了上緣光線。

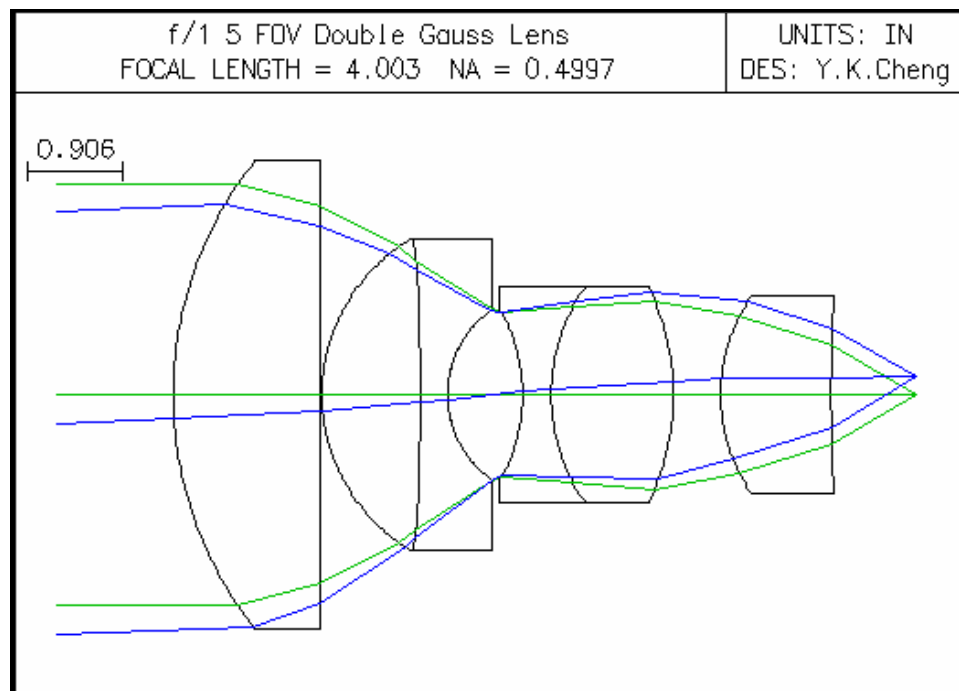
圖 6-3 表示一個 $f/1$ 焦距長 4 的透鏡；FOV = 5°。這是我在 1980 年透鏡設計研討會所提出的一個設計的小型修正。圖 6-3 的透鏡資料給在表 6-3 中。

SRF	RADIUS		THICKNESS		APERTURE RADIUS		GLASS	
OBJ	0.000000		1.0000e+20		4.3661e+18		AIR	
1	3.551900		1.399000		2.215000		LAF2	C
2	0.000000		0.009000		2.215000		AIR	
3	1.704300		0.939000		1.470000		PSK3	C
4	-16.238100		0.252000		1.470000		SF1	C
5	0.986000		0.434000		0.810000		AIR	
AST	0.000000		0.278000		0.800000	A	AIR	
7	-1.642400		0.270000		0.810000		SF1	C
8	1.802800		1.159000		1.025000		LAF2	C
9	-2.333600		0.447000		1.025000		AIR	
10	1.659300		1.044000		0.930000		LAF2	C
11	14.411200		0.813000		0.930000		AIR	
IMS	0.000000		0.000000		0.175709	S		

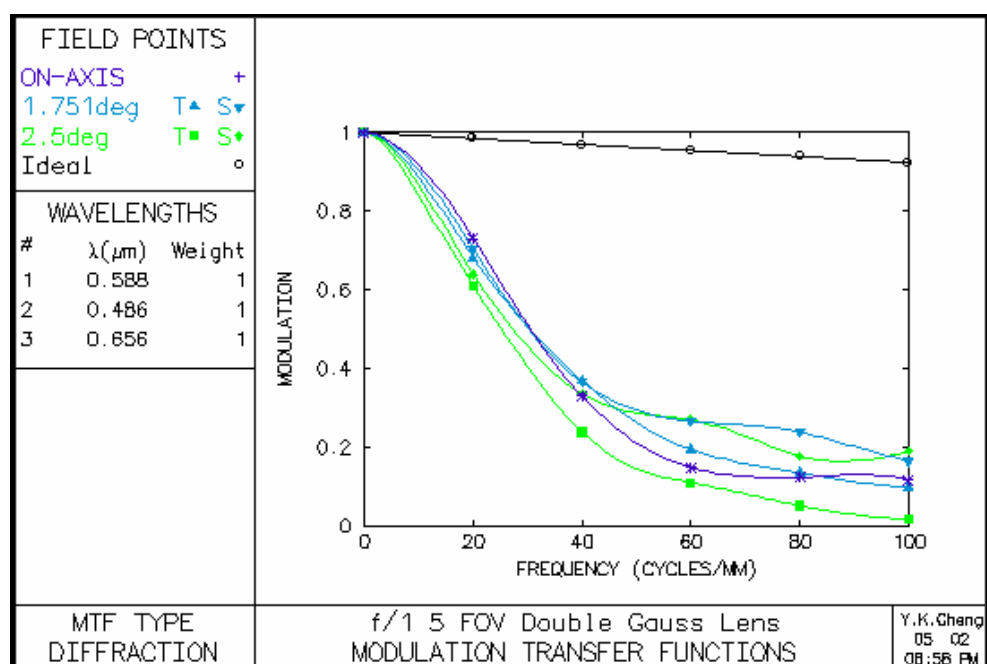
表 6-3 $f/1$ 5FOV 雙重高斯透鏡

第一鏡面到像距為 7.042。畸變 = 0.2 %。

不幸地，這個鏡組有一些厚的元件，短的後距長，以及無光圈機構的空間。



(a)



(b)

圖 6-3 (a) $f/1.5$ FOV 雙重高斯透鏡 (b) 系統 MTF

然而，考慮到它的低 f 數值，其具有卓越的影像品質。參見圖 22-1 同為投影鏡頭的範例。

參考文獻

- Brandt, H. M. (1956) . The Photographic Lens, Focal Press, New York.
- Fujioka, Y. (1984) . Camera lens system with long back focal distance, U.S. Patent 4443070.
- Imai, T. (1983) . Standard photographic lens system, U.S. Patent 4396255.
- Juergens, r. C. (1980) . The sample problem - a comparative study of lens design programs and users, SPIE 237:348.
- Kidger, M. J. (1967) . Design of double Gauss systems, Appl. Opt. 6:553.
- Mandler, W. (1980) . Design of basic double Gauss lenses, SPIE 237:222.
- Mori, I. (1983) . Gauss type photographic lens, U.S. Patent 4390252.
- Mori, I. (1984) . Gauss type photographic lens, U.S. Patent 4426137.
- Momiyama, K. (1982) . Large aperture ratio photographic lens, U.S. Patent 4364643.
- Wakamiya, K. (1984) . Great aperture ratio lens, U.S. Patent 4448497.
- Wakimoto, Z., and Yoshiyuki, S.(1971). Photographic lens having large aperture, U.S. Patent 3560079.