

百科小叢書

眼 鏡

山田幸五郎 著
程 思 進 譯

王 雲 五 主 編

商 務 印 書 館 發 行

百科小叢書

眼 鏡

山田幸五郎著
程思進譯

王雲五主編

商務印書館發行

中華民國二十六年一月初版

* 有 所 權 版 *
* 究 必 印 翻 *

百
科
小叢書

(56803)

鏡 一 冊

每冊實價國幣陸角
外埠酌加運費匯費

原 著 者	山 田 幸 五 郎
譯 述 者	程 思 進
主 編 兼 發 行人	王 雲 五
印 刷 所	上 海 河 南 路 商 務 印 書 館
發 行 所	上 海 及 各 埠 商 務 印 書 館

邢

六七〇五上

(本書校對者喻飛生)

十六世紀歐羅巴之眼鏡店



索引

I. 漢英對照

(排列依畫數次序, 數字表頁數)

二畫		凸透鏡, convex lens,	4
<u>卜希</u> , Busch,	132	凹透鏡, concave lens,	4
入射瞳孔, entrance pupil,		<u>史納魯恩</u> , Snellen,	120
	145	<u>史梯文司</u> , Stivens,	165
四畫		正立像眼底檢查法, direct	
中和點, neutral point,	156	method of the oph-	
內白障, cataract,	92	thalmoscope 或 direct	
<u>巴伯季</u> , Babbage,	136	ophthalmoscopy,	140
水中眼鏡, diver's goggles,	174	正透鏡, positive lens,	8
火石玻璃, flint glass,	36	<u>由克利德</u> , Euclid,	119
五畫		<u>皮耶斯</u> , Pierce,	74
主平面, principal planes,	15	六畫	
主射線, principal ray,	33	交叉柱面透鏡, to cross	
主點, principal points,	14	cylindrical lenses,	41
主點度, principal Dioptré,	18	<u>伏格脫</u> , Vogt,	119

光心, optical center,	13	tance,	131
光具座, optical bench,	110	兩眼距離檢定機, interocular distance-meter,	132
光軸, optical axis,	5	周邊視透鏡, perisopic lens,	56
全消色差透鏡, apochromat,	29	放大率, magnification,	12
共軛點, conjugate points,	11	放大鏡式眼鏡, magnifying spectacles,	88
吉格兒, Edward Jeager,	120	明晰圓, least circle of confusion,	82
色像差, chromatic aberration,	28	波希, J. L. Borch,	79
七畫		虎克, Robert Hooke,	119
克魯克斯, Crookes,	171	近視眼, myopia,	186
折射率, refracting power,	9	近軸光線, paraxial rays,	30
拋物面透鏡, parabolic lens,	4	金克英斯, Samuel Jenkins,	103
角膜鏡, keratoscope,	156	阿伊勒, G. B. Airy,	37
角膜顯微鏡, cornea microscope,	183	阿斯特渥特, Ostwalt,	59
八畫		九畫	
兩眼距離, interocular distance 或 pupil dis-			

- | | | | |
|--|-----|--|-----|
| 保護眼鏡, protective glasses 或 eye-protectors 或 goggles, | 1 | 穿孔機,drilling machine, | 108 |
| 前側焦距, front focal length, | 17 | 美國光學公司, American Optical Company, | 81 |
| 前側焦點, front focus, | 7 | 負透鏡, negative lens, | 9 |
| 厘弧度, centradian, 簡稱 centrad, | 51 | 十畫 | |
| 厚度, thickness, | 5 | 倒立像眼底檢查法, indirect method of ophthalmoscopy 或 indirect ophthalmoscopy, | 142 |
| 厚透鏡, thick lens, | 12 | 唐德爾斯, Donders, | 120 |
| 哈依涅, Heine, | 180 | 庫希勒, Kuchler, | 120 |
| 哈魯台兒, Hertel, | 84 | 格拉得爾透鏡, Gradal lens, | 170 |
| 度, dioptré, | 9 | 消色差性, achromatism, | 29 |
| 後側焦距, back focal length, | 17 | 消色差透鏡, achromatic lens, | 29 |
| 後側焦點, back focus, | 8 | 烏魯托拉精, ultrazin, | 172 |
| 柱面透鏡, cylindrical lens, | 4 | 秦尼, Zinni, | 92 |
| 玻羅之稜鏡, Porro's prism, | 181 | 馬答克斯, Maddox, | 165 |

馬答克斯之圓柱, Maddox rod,	166	ration,	30
馬答克斯之雙稜, Maddox double prism,	165	眼球計, ophthalmometer 或 keratometer,	158
十一畫		眼轉計, tropometer,	166
假象牙, zylonite,	114	研磨器, tool,	101
偏轉角, angle of deflec- tion,	48	第二次光譜, secondary spectrum,	29
冕牌玻璃, crown glass,	36	細隙板, stenopaic disk,	161
培根, Roger Bacon,	2	細隙燈, slit lamp,	183
帶光線, Zonal rays,	30	透鏡, lens,	4
彗形像差, coma,	30	頂點, vertex,	5
望遠鏡式放大鏡, telescopic magnifying glass,	89	頂點度, vertex dioptré,	19
望遠鏡式眼鏡, telescopic spectacles,	83	十二畫	
球面・柱面透鏡, spher- o-cylindrical lens,	4	單眼鏡, monocle,	113
球面像差, spherical aber-		富來耳, Fuller,	35
		富蘭克林, Benjamin Fran- klin,	74
		渥辣斯頓, William Hyde wollaston,	56

斯托克斯, Stokes,	47	ract glasses,	93
無框眼鏡, frameless glasses或rimless glasses,或		稜鏡作用, prismatic action,	70
“invisible” eyeglasses,	116	稜鏡度, prism dioptré,	50
焦距, focal length,	7	節點, nodal points,	14
焦線, focal line,	38	試視力用透鏡, trial lens,	125
焦點, focus,	6	試視力用透鏡匣, trial case,	127
猶尼拜福公司, Unibifo Company,	76	試視力用透鏡框, trial frame,	127
猶尼拜福眼鏡, unibifo glass,	76	試視力表, test card,	121
視力, vision,	186	詹姆遜表, Jameson’s table,	125
虛焦點, virtual focus,	7	達卡·德·瓦爾德斯, Dacade valdes,	119
馮羅阿, M. von Rohr,	20		
十三畫		十四畫	
畸變, distortion,	30	像差, aberration,	30
睛珠缺乏症, aphakia,	92	像散現象, astigmatism,	30
睛珠缺乏眼, aphakic eye,	92	像場彎曲, curvature of field,	30
睛珠缺乏眼用眼鏡, cata-			

實焦點,real focus,	7	十七畫	
漫射線,diffusion line,	167	檢眼鏡,ophthalmoscope,	119
福爾威猶雙焦點眼鏡,		檢影法,skiascopy 或 sha-	
FUL-VUE Bifocal,	81	dow test 或 retinos-	
網膜鏡,retinoscope,	119	copy,	147
蒲拉西多之圓板,Placido's		環面透鏡,toroidal lens	
disk,	157	或 toric lens,	45
赫爾姆霍斯,Helmholtz,	135	薄透鏡,thin lens,	6
齊魯寧之橢圓, Tschering's ellipse,	65	十八畫	
		戴眼鏡,spectacles,	1
十五畫		藍得爾特,Landolt,	124
撒爾威諾·得革利·亞魯馬蒂,		雙焦點眼鏡,bifocal lens,	72
Salvino degli Armati,	3	十九畫	
蔡司,Carl Zeiss,	60	羅昂莫爾,Longmore,	120
複視,dioplopia,	54	邊部光線, marginal rays	
魯愛特,Ruete,	138	或 rim rays,	30
十六畫		二十畫	
聯合表, combination		蘇特克利夫,Sutcliffe,	159
cards,	125	二十一畫	

<u>顧爾斯特蘭德</u> , Alvar	Gullstrand's ophthal-
Gullstrand, 95, 147	moscope, 144
<u>顧爾斯特蘭德</u> 之檢眼鏡,	

II. 英漢對照

(排列依字母次序, 數字表頁數)

<p>A</p> <p>aberration, 像差, 30</p> <p>achromatic lens, 消色差透 鏡, 29</p> <p>achromatism, 消色差性, 29</p> <p>angle of deflection, 偏轉 角, 48</p> <p>aphakia, 睛珠缺乏症, 92</p> <p>aphakic eye, 睛珠缺乏眼, 92</p> <p>apochromat, 全消色差透 鏡, 29</p> <p>astigmatism, 像散現象, 30</p> <p>B</p> <p>back focal length, 後側焦 距, 17</p> <p>back focus, 後側焦點, 8</p>	<p>bifocal lens, 雙焦點眼鏡, 72</p> <p>C</p> <p>cataract, 內白障, 92</p> <p>cataract glasses, 睛珠缺乏 眼用眼鏡, 93</p> <p>centrad, 厘弧度, 51</p> <p>centradian, 厘弧度, 51</p> <p>chromatic aberration, 色 像差, 28</p> <p>coma, 彗形像差, 30</p> <p>combination cards, 聯合 表, 125</p> <p>concave lens, 凹透鏡, 4</p> <p>conjugate points, 共軛點, 11</p> <p>convex lens, 凸透鏡, 4</p> <p>cornea microscope, 角膜</p>
---	---

- | | | | |
|-------------------------|-----|------------------------|-----|
| 顯微鏡, | 183 | drilling machine, 穿孔機, | 108 |
| crown glass, 冕牌玻璃, | 36 | E | |
| (to) cross cylindrical | | entrance pupil, 入射瞳孔, | |
| lenses 交叉柱面透鏡, | 39 | | 145 |
| curvature of field, 像場 | | eye-protectors, 保護眼鏡, | 1 |
| 彎曲, | 30 | F | |
| cylindrical lens, 柱面透鏡, | 4 | flint glass, 火石玻璃, | 36 |
| D | | focal length, 焦距, | 7 |
| diffusion line, 漫射線, | 166 | focal line, 焦線, | 38 |
| diopetre, 度, | 9 | focus, 焦點, | 7 |
| diplopia, 複視, | 54 | frameless glasses, 無框 | |
| direct method of the | | 眼鏡, | 116 |
| ophthalmoscope, 正立 | | front focal length, 前側 | |
| 像眼底檢查法, | 140 | 焦距, | 17 |
| direct ophthalmoscopy, | | front focus, 前側焦點, | 7 |
| 正立像眼底檢查法, | 140 | FUL-VUE Bifocal, 福爾 | |
| distortion, 畸變 | 30 | 威猶雙焦點眼鏡, | 81 |
| diver's goggles, 水中眼鏡, | | G | |
| | 174 | goggles, 保護眼鏡, | 1 |

Gradal lens, 格拉得爾透 鏡, 170	表, 125
	K
Gullstrand's ophthal- moscope, <u>顧爾斯特蘭德</u> 之檢眼鏡, 144	keratometer, 眼球計, 158
	keratoscope, 角膜鏡, 156
	L
I	least circle of confusion, 明晰圓, 32
indirect method of oph- thalmoscope, 倒立像眼 底檢查法, 142	lens, 透鏡, 4
	M
indirect ophthalmoscopy, 倒立像眼底檢查法, 142	Maddox double prism, <u>馬答克斯</u> 之雙稜, 165
interocular distance, 兩 眼距離, 131	Maddox rod, <u>馬答克斯</u> 之圓柱, 166
interocular distance-me- ter, 兩眼距離檢定機, 132	magnification, 放大率, 12
"invisible" eye-glasses, 無框眼鏡, 116	magnifying spectacles, 放大鏡式眼鏡, 88
J	marginal rays, 邊部光線, 30
Jameson's table, <u>詹姆孫</u>	monocle, 單眼鏡, 113
	myopia, 近視眼, 186

- | | | | |
|-----------------------------|-----|---------------------------|-----|
| N | | 之圓板, | 157 |
| negative lens, 負透鏡, | 8 | Porro's prism, <u>玻羅之</u> | |
| neutral point, 中和點, | 156 | 稜鏡, | 181 |
| nodal points, 節點, | 14 | positive lens, 正透鏡, | 8 |
| O | | principal dioptr, 主點度, | 18 |
| ophthalmometer, 眼球 | | principal planes, 主平面, | 15 |
| 計, | 158 | principal points, 主點, | 14 |
| ophthalmoscope, 檢眼鏡, | 119 | principal ray, 主射線, | 33 |
| optical axis, 光軸, | 4 | prism dioptr, 稜鏡度, | 50 |
| optical bench, 光具座, | 110 | prismatic action, 稜鏡作 | |
| optical center, 光心, | 13 | 用, | 70 |
| P | | protective glasses, 保護 | |
| parabolic lens, 拋物面透鏡, | 4 | 眼鏡, | 1 |
| paraxial rays, 近軸光線, | 30 | pupil distance, 兩眼距離, | 131 |
| perception of light, 光 | | R | |
| 覺, | 186 | real focus, 實焦點, | 7 |
| periscopic lens, 周邊視 | | refracting power, 折射率, | 9 |
| 透鏡, | 56 | retinoscope, 網膜鏡, | 119 |
| Placido's disk, <u>蒲拉西多</u> | | retinoscopy, 檢影法, | 147 |

rim rays, 邊部光線,	30	鏡式眼鏡,	83
rimless glasses, 無框眼鏡,		test cards, 試視力表,	121
鏡,	11	thick lens, 厚透鏡,	12
S		thickness (of a lens),	
secondary spectrum, 第二		(透鏡之)厚度,	5
二次光譜,	29	thin lens, 薄透鏡,	6
shadow test, 檢影法,	147	tool, 研磨器,	101
skiascopy, 檢影法,	147	toric lens, 環面透鏡,	45
slit lamp, 細隙燈,	183	toroidal lens, 環面透鏡,	45
spectacles, 戴眼鏡,	1	trial case, 試視力用透鏡	
spherical aberration, 球		匣,	127
面像差,	30	trial frame, 試視力用透	
sphero-cylindrical lens,		鏡框,	125
球面·柱面透鏡,	4	trial lens, 試視力用透鏡,	125
stenopaic disk, 細隙板,	161	tropometer, 眼轉計,	166
T		Tscherning's ellipse, 齊	
telescopic magnifying		<u>魯寧</u> 之橢圓,	65
glass, 望遠鏡式放大鏡,	89	U	
telescopic spectacles, 望遠		ultrazin, 烏魯托拉精,	172

V		Z	
unibifo glasses, 猶尼拜		virtual focus, 虛焦點,	7
福眼鏡,	76	vision, 視力,	186
vertex, 頂點,	5	zonal rays, 帶光線,	30
vertex dioptré, 頂點度,	19	zylonite, 假象牙,	114

III. 德漢對照

(排列依字母次序, 數字表頁數)

A		As. hypermetropicus,	
Aberration, 像差,	30	遠視性亂視,	185
Ablenkungswinkel, 偏轉 角,	48	As. myopicus, 近視性亂 視,	185
Achromasie, 消色差性,	29	Astigmatismus, 像散現象,	30
achromatische Linse, 消 色差透鏡,	29	Augenabstand, 兩眼距離,	131
Akkommodationsbreite, 調節,	185	Augenabstands-Messer, 兩眼距離檢定機,	132
Amarantglas, 阿馬蘭特 玻璃,	173	Augenspiegel, 檢眼鏡,	119
Amethystglas, 阿美希斯 特玻璃,	173	B	
Aphakia, 睛珠缺乏症,	92	Bifokalgläser, 雙焦點眼鏡,	72
Apochromat, 全消色差 透鏡,	29	Bildwölbung, 像場彎曲,	30
		Bohrmaschine für Brill- lengläser, 穿孔機,	108
		Brechkraft, 折射率,	9
		Brennlinie, 焦線,	38

Brennpunkt, 焦點,	7	E	
Brennweite, 焦距,	7	eintritts-pupille, 入射瞳	
Brille, 戴眼鏡,	1	孔,	145
C		Emmetropia, 正視眼,	186
Centrad, 厘弧度,	51	Euphosglas, 猶福斯玻璃,	173
Centradian, 厘弧度,	47	F	
Chromatische Aberration,		Farbenfehler, 色像差,	28
色像差,	28	Fernrohrbrille, 望遠鏡	
D		式眼鏡,	83
Demonstrations-Projek-		Fernrohrlupe, 望遠鏡式	
tor für klinischen		放大鏡,	89
Unterricht, 臨牀實驗用		Flintglas, 火石玻璃,	36
實物映畫器,	180	G	
Dicke, 厚度,	5	gekreuzt, 交叉,	187
dicke Linse, 厚透鏡,	12	Gläser ohne Randfas-	
Dioptrie, 度,	9	sung, 無框眼鏡,	117
direkte Ophthalmoskopie,		Gullstrandsches Oph-	
正立像眼底檢查法,	140	thalmoskop, <u>顧爾斯特</u>	
dünne Linse, 薄透鏡,	6	<u>蘭德</u> 之檢眼鏡,	144

H		Hyperopia totalis, 全遠視,	186
Hallauerglas, 哈拉瓦玻璃,	173	I	
Hauptebenen, 主平面,	15	indirekte Ophthalmoskopie 倒立像眼底檢查法,	142
Hauptpunkt, 主點,	14	Isokrystargläser, 伊索克里斯塔透鏡,	60
Hauptpunktsbrechwert, 主點度,	18	J	
Hauptstrahl, 主射線,	33	Jamesonsche Tafel, 詹姆孫表,	125
hintere Brennweite, 後側焦距,	17	K	
hintere Brennweite, 後側焦點,	8	Katarakt, 內白障,	92
Hornhaut-Mikroskop, 角膜顯微鏡,	183	Katralgläser, 卡托辣眼鏡,	96
Hygatglas, 希格特玻璃,	173	Keratometer, 眼球計,	158
Hyperopia, 遠視眼,	186	Keratoskop, 角膜鏡	156
Hyperopia latentia, 潛伏遠視,	186	Knotenpunkte, 節點	14
Hyperopia manifesta, 現在遠視,	186	Koma 彗形像差,	30
		Kombination karte, 聯合表,	152

kombiniert mit, 組合, 187	Maddoxzylinder, <u>馬答克</u>
konjugierte Punkte, 共 軛點, 11	<u>斯</u> 之圓柱, 166
konkave Linse, 凹透鏡, 4	meniskenförmiges Glas, 周邊視透鏡, 57
konvexe Linse, 凸透鏡, 4	Monokel, 單眼鏡, 113
Kronglas, 冕牌玻璃, 36	N
Kryptok, 克里勃托克, 79	Neo Perpha, 尼渥伯發透 鏡, 60
Kugelabweichung, 球面 像差, 30	O
L	Oculus dexter, 右眼, 186
linkes Auge, 左眼, 186	Oculus sinister, 左眼, 186
Linse, 透鏡, 4	Oculus uterque, 兩眼, 186
linseloses Auge, 睛珠缺 乏眼, 92	Ophthalmometer, 眼球 計, 158
Lupenbrille, 放大鏡式眼 鏡, 88	Ophthalmoskop, 檢眼鏡, 119
M	optische Achse, 光軸, 4
Maddoxdoppelprisma, <u>馬答克斯</u> 之雙稜, 165	optischer Mittelpunkt, 光心, 13
	P

parabolische Linse, 拋物面透鏡,	4	Punktalgläser, 朋克塔透鏡,	60
paraxiale Strahlen, 近軸光線,	30	punktuell abbildende Brillengläser, 映點成點之眼鏡透鏡,	59
periskopisches Glas, 周邊視透鏡,	57	Punktum proximum, 近點,	186
Placidische Scheibe, 蒲拉西多之圓板,	157	Punktum remotum, 遠點,	186
prismatische Wirkung, 稜鏡作用,	70	Q	
Prismendioptrie, 稜鏡度,	50	Quasi-torus, 近於環面之表面,	106
Probekasten, 試視力用透鏡匣,	127	R	
Probierfassung, 試視力用透鏡框,	127	randlose Augengläser, 無框眼鏡,	117
Probierglas, 試視力用透鏡,	125	Randstrahlen, 邊部光線,	30
Probiergläserkasten, 試視力用透鏡匣,	127	rechtes Auge, 右眼,	186
		reeller Brennpunkt, 實焦點,	7

- | | | | |
|-----------------------|-----|----------------------------|-----|
| Rectavistgläser, 勒克塔 | | sphärische Aberration, | |
| 威斯特透鏡, | 60 | 球面像差, | 30 |
| Retino-skiaskopie, 檢影 | | sphärische Fläche, 球面, | 186 |
| 法, | 147 | Sphäro-zylindrische Linse, | |
| Rosalinglas, 羅沙林玻璃, | 173 | 球面·柱面透鏡, | 4 |
| S | | Stargläser, 睛珠缺乏眼用 | |
| Sammellinse, 正透鏡, | 8 | 眼鏡, | 93 |
| Sanoskopglas, 沙諾斯可 | | stenopaische Scheibe, | |
| 蒲玻璃, | 173 | 細隙板, | 161 |
| Schattenprobe, 檢影法, | 147 | T | |
| Scheitel, 頂點, | 5 | Taucherbrille, 水中眼鏡, | 174 |
| Scheitelbrechwert, 頂點 | | Telegic, 特勒吉克, | 79 |
| 度, | 19 | Tension, 緊張, | 186 |
| Schutzbrille, 保護眼鏡, | 1 | torische Linse, 環面透鏡, | 45 |
| Sehprobetafel, 試視力表, | 121 | Tscherningsche Ellipse, | |
| Sekundäres Spektrum, | | <u>齊魯寧</u> 之橢圓, | 65 |
| 第二次光譜, | 29 | U | |
| Skiaskopie, 檢影法, | 147 | Umbralglas, 溫卜拉魯玻 | |
| Spaltlampe, 細隙燈, | 183 | 璃, | 173 |

Uni-Bifo-Gläser, 猶尼拜		Zeiss Punktal-Sehpruf-	
福眼鏡,	76	scheibe, 蔡司之試視力	
V		儀器,	128
Vergrößerung, 放大率,	12	Zerstreuungskreis, 明晰	
Verzeichnung, 畸變,	30	圓,	32
virtueller Brennpunkt,		Zerstreuungslinse, 負透鏡,	9
虛焦點,	7	Zonenstrahlen, 帶光線,	30
Visus, 視力,	186	Zylinder, 柱面透鏡,	185
vordere Brennweite,		Zylinderlinsen zu kreuzen,	
前側焦距,	17	交叉柱面透鏡,	41
vorderer Brennpunkt,		Zylindrische Linse, 柱面	
前側焦點,	7	透鏡,	4
Z			

IV. 專有名詞漢譯對照

(排列依字母次序, 數字表頁數)

A	E
Airy, <u>阿伊勒</u> , 37	Euclid, <u>由克利德</u> , 119
American Optical Com- pany, <u>美國光學公司</u> , 81	F
B	Franklin (Benjamin), <u>富</u> <u>蘭克林</u> , 74
Babbage, <u>巴伯季</u> , 136	Fuller, <u>富來耳</u> , 37
Bacon (Roger), <u>培根</u> (<u>羅吉爾</u>) 2	G
Borch (J. L.), <u>波希</u> , 79	Gullstrand (Alvar), <u>顧爾</u> <u>斯特蘭德</u> , 95, 147
Busch, <u>卜希</u> , 132	H
C	Heine (L.), <u>哈依涅</u> , 180
Crookes, <u>克魯克斯</u> , 171	Helmholtz, <u>赫爾姆霍斯</u> , 135
D	Hertel, <u>哈魯台兒</u> , 84
Daca de Valdes, <u>達卡</u> <u>德·瓦爾德斯</u> , 119	Hooke (Robert), <u>虎克</u> , 120
Donders, <u>唐德爾斯</u> , 120	J
	Jaeger (Edward), <u>吉格兒</u> , 120

Jenkins (Samual), <u>金克</u> <u>英斯</u> ,	103	Salvino degli Armati, <u>撒爾威諾·得革利·亞魯</u> <u>馬蒂</u> ,	3
K		Snellen, <u>史納魯恩</u> ,	120
Kuchler, <u>庫希勒</u> ,	120	Stevens, <u>史梯文司</u> ,	165
L		Stokes, <u>斯托克斯</u> ,	47
Landolt, <u>藍得爾特</u> ,	124	Sutcliffe, <u>蘇特克利夫</u> ,	159
Longmore, <u>羅昂莫爾</u> ,	120	U	
M		Unibifo Company, <u>猶尼</u> <u>拜福公司</u> ,	76
Maddox, <u>馬答克斯</u> ,	165	V	
O		Vogt, <u>伏格脫</u> ,	119
Ostwalt, <u>阿斯特渥特</u> ,	59	W	
P		Wollaston, <u>渥辣斯頓</u> ,	56
Pierce, <u>皮耶斯</u> ,	74	Z	
R		Zeiss(Carl), <u>卡魯·蔡司</u> ,	60
von Rohr, <u>馮·羅阿</u> ,	20,77	Zinni, <u>秦尼</u> ,	92
Ruete, <u>魯愛特</u> ,	138		
S			

目 次

第一章 球面透鏡 1

1. 眼鏡或戴眼鏡之意義 1
2. 眼鏡與透鏡 1
3. 眼鏡之發明 2
4. 透鏡之定義及種類 4
5. 透鏡之焦點及焦距 6
6. 透鏡之折射率與度 9
7. 薄透鏡之成像 10
8. 透鏡所成之像之放大率 11
9. 厚透鏡 光心及節點 12
10. 厚透鏡之主點及主平面 14
11. 厚透鏡之前側焦距及後側焦距 16
12. 頂點度 18
13. 厚透鏡之物距及像距 20

14. 透鏡之組合.....	21
(a)相接觸之二枚薄透鏡.....	21
(b)隔距離而放置之二枚薄透鏡.....	22
(c)二枚厚透鏡.....	25

第二章 透鏡之像差 27

15. 透鏡之色像差 消色差透鏡.....	27
16. 透鏡之五種像差.....	29
17. 球面像差.....	31
18. 彗形像差.....	32
19. 像散現象.....	33
20. 像場彎曲.....	34
21. 畸變.....	35
22. 光學玻璃.....	36

第三章 柱面透鏡 37

23. 柱面透鏡.....	37
24. 球面·柱面透鏡.....	39
25. 交叉柱面透鏡.....	41

26. 交叉柱面透鏡之改算.....	42
27. 球面・柱面透鏡之改算.....	43
28. 環面透鏡.....	44
29. 二柱面之軸成任意角 γ 時之改算法.....	46
第四章 眼鏡用稜鏡	48
30. 稜鏡之作用.....	48
31. 稜鏡度.....	50
32. 釐弧度.....	51
33. 離心透鏡.....	51
34. 稜鏡與透鏡之組合.....	54
第五章 映點成點之眼鏡透鏡	56
35. 斜入射於眼鏡之光線之像散現象.....	56
36. 於簡單之眼鏡透鏡中，除去斜入射線之像散現象 之研究.....	56
37. 眼之旋轉中心.....	57
38. 映點成點之眼鏡.....	58
39. 朋克塔.....	60

40. 朋克塔透鏡之球面之求法.....64
41. 朋克塔透鏡中主射線方向之變化.....69

第六章 雙焦點眼鏡 72

42. 雙焦點眼鏡.....72
43. 雙焦點眼鏡之光學的條件.....73
44. 雙焦點眼鏡之種類.....73
45. 將兩種不同之眼鏡之部分嵌入同一框中者.....74
46. 有雙焦表面之雙焦點眼鏡.....75
47. 接合兩種玻璃所製之雙焦點眼鏡.....77
48. 戴二具眼鏡之方法.....81
49. 亂視眼用雙焦點眼鏡.....82

第七章 望遠鏡式眼鏡 83

50. 望遠鏡式眼鏡之目的.....83
51. 遠距離用望遠鏡式眼鏡.....84
52. 近距離用望遠鏡式眼鏡.....84
53. 望遠鏡式眼鏡之構造.....86
54. 望遠鏡式眼鏡之實用的價值.....87

-
55. 放大鏡式眼鏡 88
56. 望遠鏡式放大鏡 89

第八章 睛珠缺乏眼用眼鏡 92

57. 睛珠缺乏症 92
58. 睛珠缺乏眼用眼鏡 93
- (a) 用二枚彎月形透鏡之方法 93
- (b) 用接合透鏡之方法 95
- (c) 用非球面透鏡之方法 96

第九章 透鏡之研磨及檢查 97

59. 光學玻璃之檢查 97
60. 光學玻璃之切斷 99
61. 球面之研磨及檢查 100
62. 柱面之研磨法 104
63. 雙焦點眼鏡之研磨機 105
64. 環面之研磨機 106
65. 透鏡磨邊機 107
66. 眼鏡用透鏡穿孔機 108

67. 透鏡之焦距及折射率之檢定	109
68. 頂點度檢定機	111
第十章 眼鏡框	113
69. 單眼鏡	113
70. 眼鏡框	113
71. 無框眼鏡	116
72. 鼻眼鏡	117
第十一章 眼之視力檢查法	119
73. 直接法與間接法	119
74. 視力檢查之歷史	119
75. 唐德爾斯教授	120
76. 用試視力表之方法	121
77. 亂視用試視力表	124
78. 試視力用透鏡	125
79. 蔡司之試視力儀器	128
80. 兩眼距離之檢定	131
81. 蔡司之兩眼距離檢定機	133

82. 檢眼鏡	135
83. 赫爾姆霍斯	136
84. 藉檢眼鏡之方法	137
85. 正立像眼底檢查法	140
86. 倒立像眼底檢查法	142
87. 顧爾斯特蘭德之檢眼鏡	144
88. 網膜鏡與檢影法	147
89. 檢影法中鏡之旋轉方向與影之運動方向之關係	151
90. 角膜鏡	156
91. 眼球計	158
92. 細隙板	160
93. 用檢影法之亂視之檢定	162
94. 睛珠之像散現象之求法	163
95. 斜視之檢查法	164
(a) 用馬答克斯之雙稜	165
(b) 用馬答克斯之圓柱	166
(c) 史梯文司之眼轉計	166
第十二章 保護眼鏡	167

96. 保護眼鏡之種類	167
97. 緩和強光用之保護眼鏡	167
98. 保護眼鏡之構造上之生理學的基礎	168
99. 蔡司之格拉得爾透鏡	169
100. 克魯克斯之透鏡	171
101. 烏魯托拉精眼鏡	172
102. 其他之保護眼鏡	173
103. 同時矯正視力之保護眼鏡	174
104. 水中眼鏡	174
105. 保護眼鏡之框	175
第十三章 附錄	177
106. 戴眼鏡之眼之主點之位置與像之大小	177
107. 眼鏡在眼前前後移動時之作用	179
108. 臨牀實驗用實物映畫器	180
109. 細隙燈	183
(a) 顧爾斯特蘭德之細隙燈	183
(b) 伏格脫之細隙燈	183
(c) 角膜顯微鏡	185

110. 眼科學中所用之略字及符號	185
-------------------------	-----

索引

I. 漢英對照	1
II. 英漢對照	8
III. 德漢對照	14
IV. 專有名詞漢譯對照	21

眼鏡

第一章

球面透鏡

1. 眼鏡或戴眼鏡之意義 眼鏡一語，有狹義使用時，有廣義使用時。狹義用時，表戴眼鏡及保護眼鏡；廣義用時，則連望遠鏡亦包括在內。

戴眼鏡(spectacles, Brille)爲矯正視力用，戴於眼前之光學的補助器。保護眼鏡(protective glasses 或 eye-protectors 或 goggles, Schutzbrille)則指緩和強光線用之着色眼鏡，及避風與塵埃用，而戴於眼前之眼鏡。戴眼鏡與保護眼鏡二者之光學的原理，全然互異；而機械的構造則相同。故皆稱爲眼鏡。醫學界皆不用戴眼鏡一語，而通用眼鏡。但在光學儀器之中討論時，最好勿將眼鏡與戴眼鏡混稱。本書中兩者兼用。

2. 眼鏡與透鏡 戴眼鏡如以後所述，乃用於近視眼，遠視眼及亂視眼者。其主要部分爲透鏡。若不詳細了解此透鏡之

性質，則不能了解戴眼鏡。故必須先就透鏡，加以相當詳細之解說。

3. 眼鏡之發明 透鏡乃古代希臘人和羅馬人所發明。在



第 1 圖 戴眼鏡之發明家
Salvino degli Armati

古代巴比倫之遺跡，尼姆洛得宮殿之廢墟，曾發掘出水晶之凸透鏡，可推知透鏡自遠古即已被使用。但昔時之平凸透鏡，係被視力弱之僧侶用以置於小字所寫之讀物上。1266年左右，英之羅吉爾·培根（Roger Bacon）曾述及平凸透鏡適用於老人及視力弱者。但此仍指置於讀物之字上而用者。幸由

古文學研究之結果，得知自 1260 年至 1284 年間，德國之詩人曾歌頌由透鏡所生之放大率。至此時代止，透鏡係被用為擴大鏡，故僅用正透鏡。此後乃漸於透鏡上附以柄，持之近眼以視

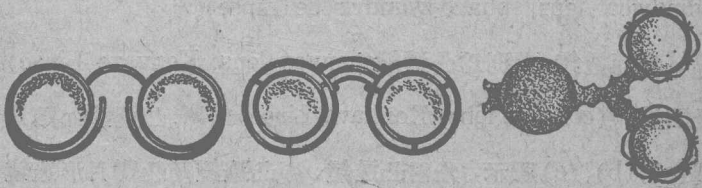
物，如今日之放大鏡一般。此種情狀，可由 1352 年所繪之畫中見之。

至於眼鏡之發明者究爲誰？有謂係第 1 圖所示之意大利之撒爾威諾·得革利·亞魯馬蒂 (Salvino degli Armati) 氏於 1285 年所發明。氏死於 1317 年。

在荷蘭，戴眼鏡始用於十四世紀之初葉。

又負透鏡之用爲戴眼鏡，乃在十五世紀之前半世紀。

戴眼鏡之廣被採用，則爲印刷術之發明——1440 年——以來之事。南德眼鏡業之發達，卽始於此時。



第 2 圖 1560 年頃之眼鏡

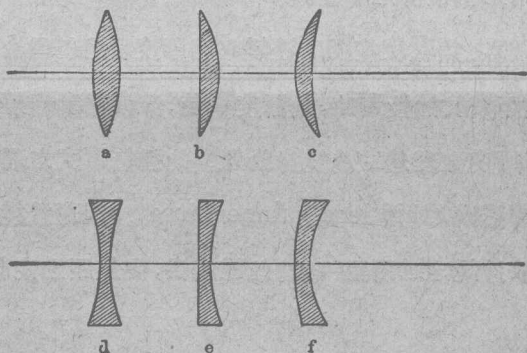
第 2 圖爲 1560 年在德國之勒根斯堡 (Regensburg) 所製之眼鏡。當時或製成鼻眼鏡用之，或持柄置於眼前用之。而眼鏡框所用之材料，則以角爲主。

在西洋，有耶穌戴眼鏡之油畫。於是有人謂戴眼鏡在耶穌時代卽已被用。但據云此乃畫家信手所繪，故其說遂寢。

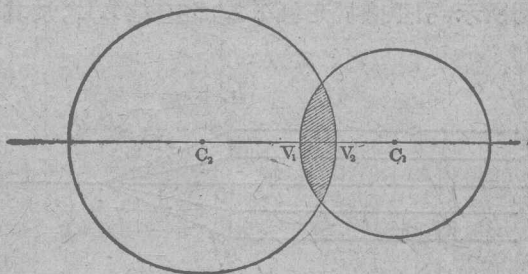
4. 透鏡之定義及種類 二球面間所包之透明體，一般稱爲透鏡(lens, Linse)。用於製透鏡最多之透明體爲玻璃。通常稱透鏡，大抵指玻璃之透鏡。透明體中，尙有水晶，螢石及水等。用此等諸物所作之透鏡，各稱爲水晶透鏡，螢石透鏡，及水透鏡等，以相區別。因平面爲半徑無限大之球面，故前所謂球面，亦包括平面在內。又有用柱面或拋物面代替球面者。此時照樣稱爲柱面透鏡(cylindrical lens, zylindrische Linse)及拋物面透鏡(parabolic lens, parabolische Linse)，以相區別。再有一面爲球面，一面爲柱面之透鏡，稱爲球面·柱面透鏡(spherocylindrical lens, sphäro-zylindrische Linse)。

球面透鏡，大別爲凸透鏡(convex lens, Konvexe Linse)及凹透鏡(concave lens, Konkave Linse)二類。凸透鏡如第3圖(a)，(b)，(c)所示，分兩凸透鏡，平凸透鏡及凸彎月形透鏡三種。凹透鏡如第3圖(d)，(e)，(f)所示，分兩凹透鏡，平凹透鏡及凹彎月形透鏡三種。

因透鏡爲二球面所包，連結二球心之直線，稱爲光軸(optical axis, optische Achse)。因透鏡對光軸對稱，故討論透鏡之性質時，常取在含光軸之透鏡截面上之光線進路討論之。第3圖及第4圖，皆表示此截面之圖。



第 3 圖 凸透鏡與凹透鏡



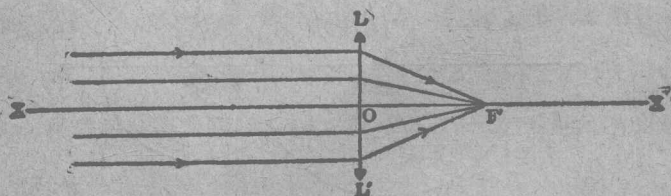
第 4 圖 表示透鏡為二球面所包之圖

光軸與球面之交點，稱為透鏡之頂點(vertex, Scheitel)。
 頂點與頂點間之距離，稱為透鏡之厚度(thickness, Dicke)。
 透鏡之厚度，隨量度處之不同而大異，學術上言及透鏡之厚度

時，必指沿光軸量得之厚度。

5. 透鏡之焦點及焦距 透鏡必有厚度。但在理論的討論透鏡之焦距及其他性質時，此厚度一值，深使討論複雜。故吾人常取無厚度之理想的透鏡討論之。此種無厚度之理想的透鏡，稱爲薄透鏡 (thin lens, dünne Linse)。因薄透鏡中不計及厚度，故透鏡之二頂點一致。此種辦法，使焦距之定義，大爲化簡。

第 3 圖因正確表示透鏡之形，故二頂點相隔透鏡之厚度。此圖不能表示薄透鏡之形。若用圖表出薄透鏡時，則習慣上常如第 5 圖所示，引垂直於光軸 XX' 之直線 LL' ，於其兩端，與



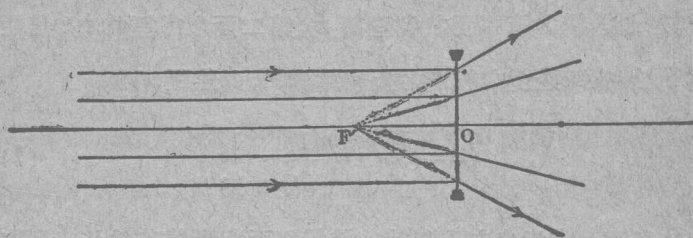
第 5 圖 薄凸透鏡之作用

以僅區別凸透鏡及凹透鏡之形狀。

如第 5 圖所示，在薄凸透鏡，凡平行於光軸之入射線，皆會聚於光軸上之一點 F' 。此點稱爲此透鏡之焦點 (focus,

Brennpunkt)。透鏡之頂點 O 與焦點 F' 間之距離，稱爲此透鏡之焦距(focal length, Brennweite)。

次如第 6 圖所示，在薄凹透鏡，凡平行於光軸之入射線，異於凸透鏡，向宛如自一點 F' 出發之方向進行。故 F' 實際並非折射線之會聚處，而爲其延長線之交點。但此點 F' 仍稱爲



第 6 圖 薄凹透鏡之作用

凹透鏡之焦點， F' 與頂點間之距離 OF' ，仍稱爲焦距。不過在凸透鏡，因光線實際會聚，故其焦點稱爲實焦點 (real focus, reeller Brennpunkt)；在凹透鏡，因光線實際並不會聚，故其焦點稱爲虛焦點(virtual focus, virtueller Brennpunkt)。

以上僅會言及光線自左方來之情形。光線自右方來之情形，亦與此同樣。故透鏡之性質，必有二焦點及二焦距。在凸透鏡，左側之焦點，稱爲前側焦點 (front focus, vorderer

Brennpunkt); 右側之焦點, 稱為後側焦點 (back focus, hinterer Brennpunkt)。在凹透鏡則與此相反。前側焦點在右側, 後側焦點在左側。皆為虛焦點。

有時亦稱前側焦點為第一焦點, 稱後側焦點為第二焦點。

一枚透鏡在空氣中時, 其二焦距之絕對值相等。

透鏡之球面半徑, 玻璃之折射率及焦距三者間之關係如下。若命透鏡之第一面之半徑為 r_1 , 第二面之半徑為 r_2 , 焦距為 f , 製成此透鏡之玻璃之折射率為 n , 則焦距可由

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (1)$$

之式表明。當光自左入射時, 透鏡之面對光線若為凸, 則取 $r > 0$; 若為凹, 則取 $r < 0$ 。又此時透鏡之焦點若在透鏡中心 O 之右側, 則取 $f > 0$ 。

先就兩凸透鏡討論之。因

$$r_1 > 0, r_2 < 0,$$

當然

$$f > 0.$$

同樣, 在其他形狀之凸透鏡, 亦

$$f > 0.$$

故凸透鏡亦稱為正透鏡 (positive lens, Sammellinse)。

次就兩凹透鏡觀之。因

$$r_1 < 0, r_2 > 0,$$

故 $f < 0$ 。

同樣，在其他形狀之凹透鏡，亦

$$f < 0。$$

故凹透鏡亦稱爲負透鏡(negative lens, Zerstreungslinse)。

但當光線自右側入射時，則對於凸透鏡， $f < 0$ ；對於凹透鏡， $f > 0$ 。因物體在左側時爲標準情形，故以凸透鏡爲有 $f > 0$ 之特徵之透鏡，以凹透鏡爲有 $f < 0$ 之特徵之透鏡，以相區別。

6. 透鏡之折射率與度 因焦距爲長度，故最好用長度之單位毫米，釐米或米表之。但在戴眼鏡，則用焦距之逆數。此焦距之逆數，稱爲透鏡之折射率(refracting power, Brechkraft)。焦距用米表示時，其逆數——折射率——則以 D 表之。即

$$D = \frac{1}{f}。 \quad (2)$$

折射率之單位，定義如下。即焦距爲 1 米之透鏡之折射率，稱爲 1 度 (dioptr, Dioptrie)。用 Dptr. 或 D 表之。

例 1. 於焦距爲 20 釐米之凸透鏡，因

$$f = +20 \text{ 釐米} = +0.2 \text{ 米,}$$

故
$$D = \frac{1}{+0.2} = +\frac{10}{2} = 5 \text{ Dptr.},$$

即 +5 度。

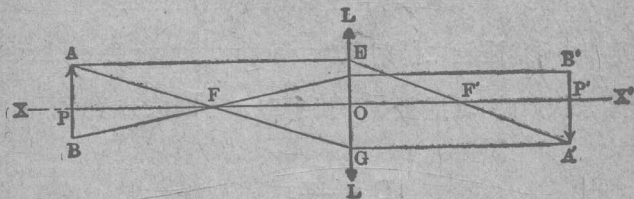
又，焦距為 20 釐米之凹透鏡之折射率為 -5 度。

例 2. 焦距為 250 毫米之透鏡之折射率，同樣由

$$D = \frac{1}{0.25} = \frac{1000}{250} = 4 \text{ Dptr.},$$

得知為 4 度。

7. 薄透鏡之成像 於第 7 圖中，L 表薄凸透鏡，O 表其光心，XX' 表光軸，F, F' 表二焦點。求與光軸成直角而直立之



第 7 圖 薄凸透鏡之成像

物體 AB 之像時，首先試追蹤自 A 發出之許多光線中之平行於光軸而進行之光線 AE，知 AE 經透鏡折射後，如第 5 圖

所示，經過後側焦點 F' 。又經過前側焦點 F 之光線 AFG ，依光程可逆之原理，經透鏡折射後，平行於光軸而進行。若命 A' 表此二光線之交點，則按幾何光學之原理， A' 爲 A 之像。同樣所作之 B' ，爲 B 之像。連結 A' 及 B' 之 $A'B'$ ，則爲物體 AB 之像。若物體 AB 與光軸成直角，則像 $A'B'$ 亦與光軸成直角。故 P' 爲 P 之像。

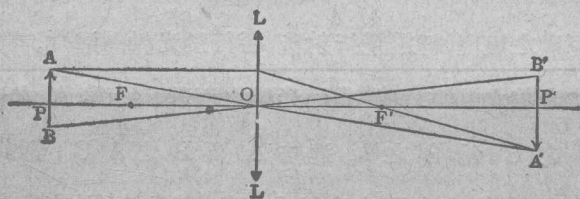
若相反將物體置於 P' 時，則其像成於 P 處。故 P 與 P' ，有其一點爲物體，則他點爲像之關係。此等之二點，稱爲共軛點 (conjugate points, Konjugierte Punkte)。與焦點共軛之點，在光軸上之無窮遠處。

今於第 7 圖中，命透鏡之焦距爲 f ，物距 $OP = s$ ，像距 $OP' = s'$ ；當物體如第 7 圖所示，在透鏡之左側時， $s < 0$ ，在右側時， $s > 0$ ，又若同樣取像距之符號（即於第 7 圖中，取 $s' > 0$ ），則焦距 f ，物距 s 及像距 s' 三者間，成立

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \quad (3)$$

之簡單關係。

8. 透鏡所成之像之放大率 於第 7 圖，並未表出光心與物體及像，有如何之關係。在薄透鏡，發自物體經過光心之光



第 8 圖 像之放大率

線，不起折射。故 AOA' 及 BOB' ，皆為直線。故知 $\triangle AOB$ 及 $\triangle A'OB'$ ，為相似三角形。即，其間成立

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OP'}{OP} \left(\frac{\text{像之大小}}{\text{物體之大小}} = \frac{\text{像距}}{\text{物距}} \right)$$

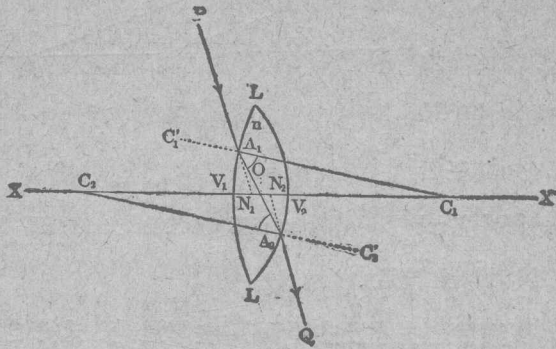
之關係。因此比值表出像為物體之幾倍，乃稱之為放大率 (magnification, Vergrößerung)。故放大率 m 之表示如下，

$$m = \frac{s'}{s} = \frac{f-s'}{f} = \frac{f}{f+s'} \quad (4)$$

如此式所示，放大率對於指定之透鏡，隨物距而異；又物距一定時，則隨透鏡之焦距而異。

9. 厚透鏡 光心及節點 如第 3 圖所示，透鏡有厚度。若計及透鏡之厚度時，則引起種種複雜之問題。計及厚度之透鏡，稱為厚透鏡 (thick lens, dicke Linse)。

首先光心(optical center, optischer Mittelpunkt)一語，在厚透鏡中，始有判然之意義。第9圖中，L 爲用折射率爲 n 之玻璃所製之透鏡； C_1, C_2 各爲第一表面及第二表面之中心；



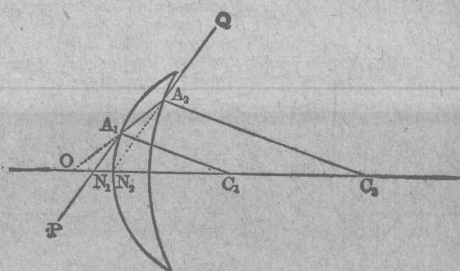
第9圖 厚透鏡之光心及節點

V_1, V_2 爲其頂點。今命 C_1A_1 爲第一表面之半徑， C_2A_2 爲第二表面之半徑；二者互相平行。連結 A_1 與 A_2 。當考究經過 A_1A_2 之光線時，若命以 A_1A_2 爲折射線之入射線爲 PA_1 ，命 A_1A_2 出透鏡後之射出線爲 A_2Q ，則按折射之定律，不難證明 PA_1 與 A_2Q 平行。 A_1A_2 蓋爲此種性質之光線。此 A_1A_2 與光軸之交點 O ，稱爲此透鏡之光心。不論最初之入射角 PA_1C_1 之大小如何，此 O 點恆一定，此爲光心之特徵。

又 PA_1 及 QA_2 之延長線與光軸相交之點 N_1, N_2 ，稱爲

此透鏡之節點(nodal points, Knotenpunkte)。

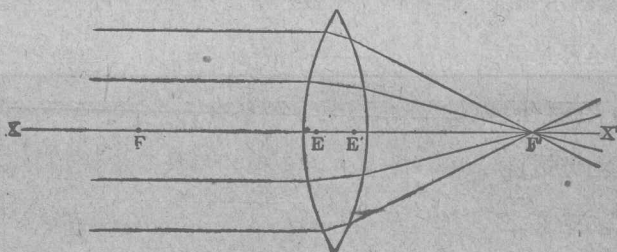
為表明光心之位置，隨透鏡之形狀而異起見，試就凸彎月形透鏡求光心之位置，如第 10 圖所示，知其在透鏡之外。圖中並表明節點 N_1, N_2 之位置。



第 10 圖
厚凸彎月形透鏡之光心及節點

10. 厚透鏡之主點及主平面 在厚透鏡，若命自左側平行於光軸投來之光線之會聚點為 F' ，則此點稱為焦點，與薄透鏡相同。在薄透鏡，因不計及透鏡之厚度，故焦距之定義，非常簡單。但在厚透鏡，則不如是。

透鏡所成之像之大小，與焦距有關，在論薄透鏡時，已曾述及。故焦距不能定義為自任意之原點至焦點之距離。必須選定具有一定之光學之性質之點，為測焦距之原點。光心及透鏡之頂點，皆不適為此原點。用為此原點者，乃稱為主點 (principal points, Hauptpunkte) 之一對點。例如在第 11 圖所示之厚凸透鏡，自左側平行於光軸入射之光線，經透鏡折射後之會



第 11 圖 厚透鏡之主點

聚點，爲光軸上之一點 F' ；自右側平行於光軸入射之光線，經透鏡折射後之會聚點，則爲 F 。即 F 與 F' ，爲此透鏡之二焦點。而主點爲 E 及 E' 二點；焦距爲 EF 及 $E'F'$ 。若符號之取法與第 5 節同，則有

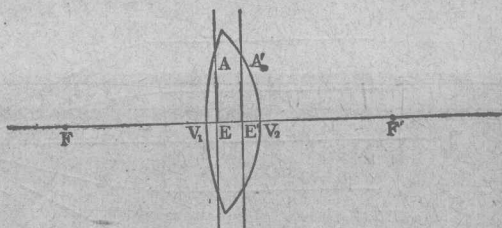
$$f = EF, \quad f' = E'F', \quad f = -f'$$

之關係。試比較自光心或頂點至焦點之距離，則普通左側者及右側者，雖不計及符號，亦多不相等。

通過主點與光軸成直角之平面，稱爲主平面 (principal planes, Hauptebenen)。

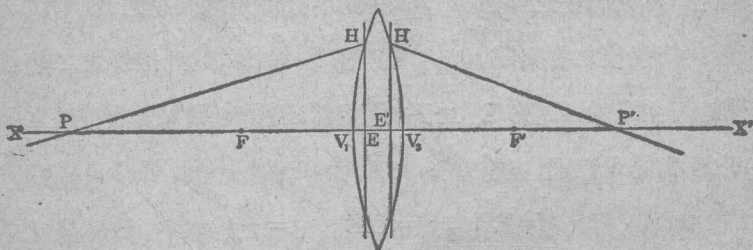
如此規定主點之定義，似無何等光學的意義；但此乃由光線折射之原理所導出。若置物體於 E 之位置，則經此透鏡所成之像之位置爲 E' 。即 E 與 E' ，對於此透鏡爲共軛點。又如第

12 圖所示，置物體 AE 於第一主平面上，而測由此透鏡所成之像之大小時，則知



第 12 圖 厚透鏡之主點

$A'E' = AE$ ，即放大率為 1。故如第 13 圖所示，若命自軸上之



第 13 圖 厚透鏡之物距及像距

物體 P 所發之光線，與第一主平面之交點為 H ，與第二主平面之交點為 H' ，則有 $H'E' = HE$ 之關係。

透鏡之成像，與焦距有關。因焦距係用二主點為原點而量度，不用透鏡之頂點，故在僅論像之造成時，恰與用一直線表示薄透鏡相同，不妨以二主平面代表厚透鏡。

11. 厚透鏡之前側焦距及後側焦距 但透鏡之頂點與焦

點之距離，亦屢需要。且在透鏡之計算上，此等值亦必被求得為計算之結果。故此等值亦附以一定之名稱。以第 12 圖表示時，則稱

V_1F = 前側焦距 (front focal length, vordere Brennweite),

V_2F' = 後側焦距 (back focal length, hintere Brennweite)。

前側焦距與後側焦距，普通多不相等。

再在厚透鏡，若命第一表面及第二表面之半徑各為 r_1, r_2 ，厚度為 e ，玻璃之折射率為 n ，則焦距 f (EF) 及 f' ($E'F'$)，如下式所示。

$$\frac{1}{f'} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) + \frac{(n-1)^2 e}{nr_1 r_2} = -\frac{1}{f} \quad (5)$$

若無厚度，則因 $e=0$ ，即得(1)式。若命

$$R = n(r_2 - r_1) + (n-1)e, \quad (6)$$

則成

$$f' = \frac{nr_1 r_2}{(n-1)R} = -f \quad (7)$$

之形式 0 而主點與頂點之關係，乃成

$$sE = V_1E = -\frac{r_1e}{R}, \quad (8)$$

$$sE' = V_2E' = -\frac{r_2e}{R}; \quad (9)$$

前側焦距 f_v 及後側焦距 f'_v , 乃成

$$f_v = V_1F = -\frac{r_1(nr_1 + R)}{(n-1)R}, \quad (10)$$

$$f'_v = V_2F' = +\frac{r_2(nr_2 - R)}{(n-1)R}. \quad (11)$$

又若命厚透鏡之第一面之折射率爲 D_1 , 第二面之折射率爲 D_2 , 厚透鏡之折射率爲 D , 則由(5)式得

$$\frac{1}{f'} - D = D_1 + D_2 - \frac{e}{n} D_1 D_2 \quad (12)$$

之關係式。

此式廣用於眼鏡。其值稱爲主點度 (principal Dioptré, Hauptpunktsbrechwert), 以與下節所述之頂點度區別。

12. 頂點度 近最得知在眼鏡光學上, 用主點度時, 常生差誤。在用主點度雖同, 而形狀不同之透鏡時, 例如用凸彎月形透鏡代替兩凸透鏡時, 即生差誤。此乃因兩透鏡對於眼之作

用不同之故。例如以 +5 Dptr. 之兩凸透鏡，置於角膜前方 15 毫米處，與以 +5 Dptr. 之凸彎月形透鏡，同樣置於角膜前方 15 毫米處，二者對於眼之作用不同。蓋兩者主點之位置各不同也。

欲使能用透鏡矯正視力，則透鏡之前側焦點必須與眼之遠點一致。若眼能用 +5 Dptr. 之兩凸透鏡矯正，則此透鏡之焦點，在距第二主點 20 釐米之處，且必與眼之遠點一致。但若戴 +5 Dptr. 凸彎月形透鏡，將其後側之面置於距角膜與上相同之距離處，則其第二主點與眼之距離，異於用兩凸透鏡時。因之在離第二主點 20 釐米處之焦點，早已不與眼之遠點一致。即焦點在遠點之內側，而透鏡之度略嫌強。

爲除去此缺點計，乃改用頂點度 (vertex dioptré, Scheitelbrechwert)。即以米表自透鏡之近眼面之頂點至焦點之距離，而取其逆數。若用頂點度表透鏡之折射率時，則同度數之透鏡，雖形狀不同，亦有相同之作用。

若以 D_v 表頂點度，因其爲以米表後側焦距而取其逆數所得，故由(11)式知

$$\frac{1}{D_v} = \frac{1}{D} - \frac{e}{n} \cdot \frac{D_1}{D} \quad (13)$$

在薄透鏡，因 $e=0$ ，故主點度與頂點度同值。再者，此時由(8)式及(9)式，得知二主點及二頂點在一點上。在第5圖，第6圖，第7圖及第8圖中，用O表示之點，即爲此二主點及二頂點一致之點。

頂點度係1910年德人馮·羅阿(M. von Rohr)所倡，自此乃漸惹起世人之注意。在此以前，尙未成討論之問題。

13. 厚透鏡之物距及像距 E, E' 二主點，不僅爲測焦距之原點，且爲測物距及像距之原點。故在第13圖中，物距 $EP=s$ ，像距 $E'P'=s'$ 。符號之取法，與第7節同。而物距，像距及焦距之關係，則與(3)式同。即

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \quad (14)$$

此種簡單之關係，乃由用主點而得。

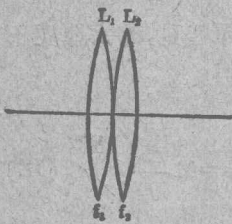
如(5)式所示，一透鏡中有二焦點，復有二焦距。而二焦距僅異其符號，其絕對值則相等。故在表出一透鏡之特徵時，僅用一焦距即可。故以 f 表一透鏡之焦距。而於第13圖，命 $E'F' = f$ 。即，以前用 f' 表示者，新代以 f ；以前用 f 表示者，新代以 $-f$ 。因之(14)式可由

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \quad (15)$$

表示。若 $f > 0$ ，則表凸透鏡，若 $f < 0$ ，則表凹透鏡，~~與第 5 節~~
相同。此式為討論像之造成之基本公式。

14. 透鏡之組合 (a) 相接觸之二枚薄透鏡 在第 14 圖中， L_1 及 L_2 各為薄透鏡，按有公共光軸之位置使其互相接觸。若命 L_1, L_2 之焦距各為 f_1, f_2 ，則此透鏡系之焦距 F ，由

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad (16)$$



第 14 圖
相接觸之二枚透鏡

表之。第 14 圖中僅示二枚凸透鏡。但一枚凸透鏡及一枚凹透鏡，或二枚凹透鏡，亦可用此式。僅須如前節所述，對於凸透鏡，取 $f > 0$ ，對於凹透鏡，取 $f < 0$ 。合成之結果，若 $F > 0$ ，則合成之透鏡系有凸透鏡之作用；若 $F < 0$ ，則有凹透鏡之作用。

其次，若命第一透鏡之折射率為 D_1 ，第二透鏡之折射率為 D_2 ，合成之透鏡系之折射率為 D ，則由(16)式，必能導出

$$D = D_1 + D_2 \quad (17)$$

之關係。

例 1. 同時用二枚焦距 50 毫米之凸透鏡時，因 $f_1 = f_2$

=50 毫米，故由(16)式，即得 $F=25$ 毫米，又由(17)式，得 $D=40$ Dptr.。即合成之透鏡系，有焦距等於一枚透鏡之半之凸透鏡之作用。

例 2. 組合焦距 50 毫米之凹透鏡及焦距 100 毫米之凹透鏡時，因 $f_1 = 50$ 毫米， $f_2 = -100$ 毫米，故由(16)式得 $F=100$ 毫米。即合成之透鏡系，有焦距為 100 毫米之凸透鏡之作用。因之 $D=+10$ Dptr.。

同樣，若將 n 個薄透鏡，按有公共光軸之位置，使其相接時（實際上，透鏡之厚度亦有關係，為簡單起見，略去厚度不計），則合成之透鏡系之焦距 F ，由

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \dots + \frac{1}{f_n} = \Sigma \frac{1}{f} \quad (18)$$

表示。又合成之透鏡系之折射率 D ，則由

$$D = D_1 + D_2 + \dots + D_n = \Sigma D \quad (19)$$

表示。符號之取法，與以前相同。

(b) 隔距離 e 而放置之二枚薄透鏡 此時透鏡系之焦距 F ，由

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{e}{f_1 f_2} \quad (20)$$

表示。再此時有二主點 E, E', 卽由

$$O_1E = \frac{f_1 e}{f_1 + f_2 - e}, \quad O_2E' = -\frac{f_2 e}{f_1 + f_2 - e} \quad (21)$$

表示之點。

又透鏡系之折射率 D, 與以前相同, 可由

$$D = D_1 + D_2 - eD_1D_2 \quad (22)$$

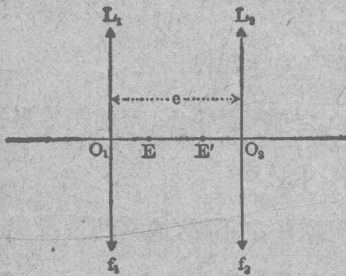
表之。

例 1. 當 $D_1 = +7$ Dptr., $D_2 = +5$ Dptr., $e = 4$ 釐米 = 0.04 米, 則

$$D = 7 + 5 - 0.04 \times 7 \times 5 = 12 - 1.4 = 10.6 \text{ Dptr.}$$

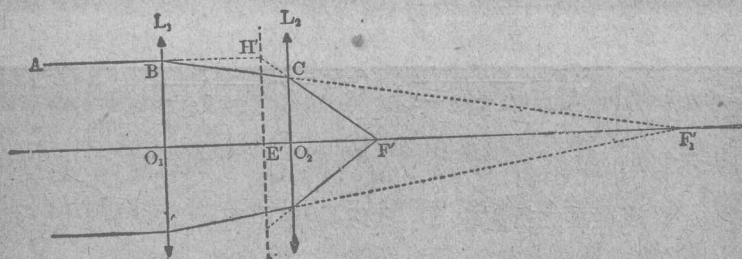
若此二枚透鏡, 互相接觸, 則因 $e = 0$, 故 $D = 12$ Dptr.。因二枚透鏡相隔 4 釐米, 致折射率減。

若再以圖說明之, 則更爲簡單, 於第 16 圖中, 平行於光軸之入射線, 經第一透鏡 L_1 折射後, 取 BCF'_1 之方向, 再經第二透鏡 L_2 折射



第 15 圖

隔距離 e 之二枚薄透鏡



第 16 圖 二枚透鏡之作用

後，取 CF' 之方向。 F' 爲此透鏡系之後側焦點。若命 AB 之延長線與 $F'C$ 之延長線之交點爲 H' ，則由用第 13 圖說明之主平面之性質，得知 H' 爲主平面上之一點。故知自 H' 垂直於光軸之垂線 $H'E'$ 代表主平面，而 E' 爲第二主點。第一主點亦可用同樣之方法求出。故二枚薄透鏡所合成之透鏡系，與一枚厚透鏡相同，亦可用二焦點及二主點代表之。

(20)式所表之 F ，爲 $E'F'$ 之值。又由 E 至前側焦點之距離爲 $-F$ ，與以前相同。

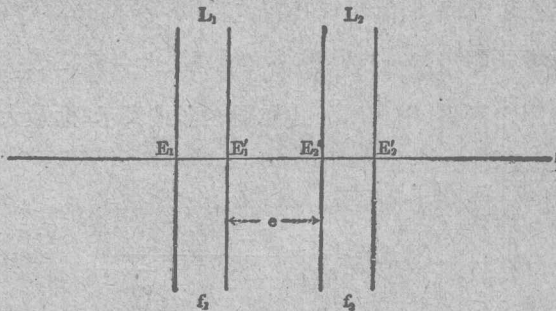
又(20)式，由 f_1, f_2 之符號取法之不同，或爲凸透鏡與凸透鏡所合成之透鏡系，或爲凸透鏡與凹透鏡所合成之透鏡系，或爲凹透鏡與凹透鏡所合成之透鏡系。若 $F > 0$ ，則合成之透鏡系相當於一枚凸透鏡；若 $F < 0$ ，則合成之透鏡系相當

於一枚凹透鏡。

例 2. 將二枚焦距相等之凸透鏡，隔 $e = f_1 = f_2$ 之距離而放置時，則由(20)式， $F = f_1 - f_2$ 。

例 3. 於第 15 圖，若 $f_1 = 3f_2$ ， $e = 2f_2$ 時，則由(20)式， $F = f_1/2$ 。

(c)二枚厚透鏡 厚透鏡由二主平面表示。即 L_1 由通過



第 17 圖 隔距離 e 之二枚厚透鏡

E_1, E_1' 之直線表示； L_2 由通過 E_2, E_2' 之直線表示。命 L_1 之第二主點 E_1' 與 L_2 之第一主點 E_2 間之距離為 $E_1'E_2 = e$ 。則此時合成之透鏡系之焦距 F ，與(20)式同，由

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{e}{f_1 f_2} \quad (23)$$

表之。 F_1 與以前相同，為後側焦點與合成之透鏡系之第二主

點間之距離(即第二焦距)。第一焦距爲 $-F$ 。二主點之位置，亦能與第 16 圖同樣求出。故在此種情形，亦相當於一枚厚透鏡。

若用折射率代焦距時，則(23)式可由

$$D = D_1 + D_2 - eD_1D_2 \quad (23a)$$

之形式表示。對於眼鏡，以此式較多便利。

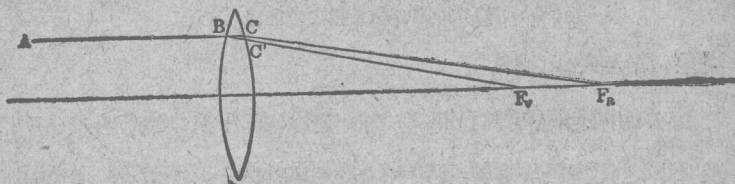
推廣此事實，則得組合有公共光軸之數枚透鏡時，則此合成之透鏡系相當於一枚厚透鏡之結論。此合成之透鏡系之物距與像距之關係，用與(15)式相同之形式表示。而放大率亦與(4)式同，由

$$m = \frac{s'}{s} = \frac{F - s'}{F} = \frac{F}{F + s} \quad (24)$$

表之。

第二章 透鏡之像差

15. 透鏡之色像差 消色差透鏡 玻璃之折射率，與光之波長有關。對於短波長之紫色光線，折射率大；對於長波長之紅色光線，折射率小。因折射率愈大則光線折射之度愈大，故在如第 18 圖所示之一枚凸透鏡，紫色光之焦點 F_v ，生成於較紅色光之焦點 F_R 近透鏡之處。因自物體發出之光線，須全

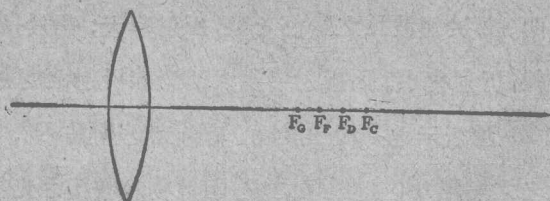


第 18 圖 凸透鏡之色像差

會聚於一點，方能造成鮮明之色像，故如第 18 圖所示，焦點之位置隨光色而異：若置垂直於光軸之平面於 F_R 處而視之，則在鮮明之紅色點之周圍，按橙，黃，綠，藍，靛，紫之順序，現出色圈，若移此平面至 F_v 處，則按與此相反之順序，現出色圈，因之不能得鮮明之像。用劣望遠鏡等望物體時，物體之邊緣常呈彩色者，即因此故。此現象稱為透鏡之色像差 (chromatic

aberration, chromatische Aberration 或 *Farbenfehler*)。

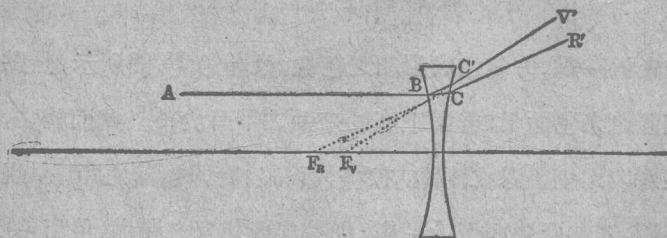
在論光之折射時，在自紫至紅之光線中。恆用相當於夫牟因和斐暗線 A, B, C, D, E, F, G 之光線。故在表示焦點隨光色而異時，亦用此等文字。第 19 圖乃將焦點隨光色而異之



第 19 圖 凸透鏡之色像差

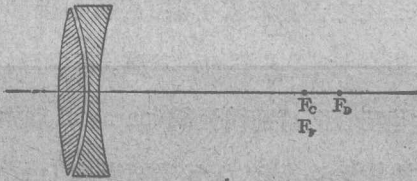
現象，擴大表示之圖。

次就凹透鏡觀其色像差之狀況時，則如第 20 圖所示， F_v 及 F_r 之位置，恰與凸透鏡相反。此種情形非常有益，使能由

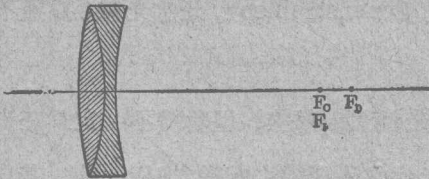


第 20 圖 凹透鏡之色像差

組合凸透鏡與凹透鏡，製作除去色像差之透鏡。除去色像差之



第 21 圖 消色差透鏡



第 22 圖 消色差透鏡

透鏡，稱為消色差透鏡 (achromatic lens, achromatische Linse)。無色像差之性質，稱為消色差性 (achromatism, Achromasie)。

消色差乃係使二色光之焦點一致。通常選用 C 線

及 F 線。不過 C 線之焦點及 F 線之焦點，雖可使其一致，但未必與 D 線之焦點一致。故如第 21 圖及第 22 圖所示， $F_c(F_F)$ 與 F_D 不一致。此時 $\overline{F_D F_c}$ 稱為第二次光譜 (secondary spectrum, sekundäres Spektrum)。僅限於在用特種之光學玻璃時，用二枚透鏡即能無第二次光譜。通常則不用三枚透鏡，不能免除之。已除去第二次光譜之透鏡，稱為全消色差透鏡 (apochromat, Apochromat)。

16. 透鏡之五種像差 在第 5 節論透鏡之焦點時，曾謂平行於光軸之入射線，悉會聚於一稱為焦點之定點。此僅對於光

軸附近之光線能成立。在透鏡之邊緣之入射線，經折射後，則不一定會聚於同點。故透鏡之大小，必須加入考慮。在平行於光軸之入射線中，在光軸附近者稱為近軸光線(paraxial rays, paraxiale Strahlen)；在透鏡之邊緣者，稱為邊部光線(marginal rays, 或 rim rays, Randstrahlen)；介於二者之間者，稱為帶光線(zonal rays, Zonenstrahlen)。此等光線，普通不會聚於同一點。

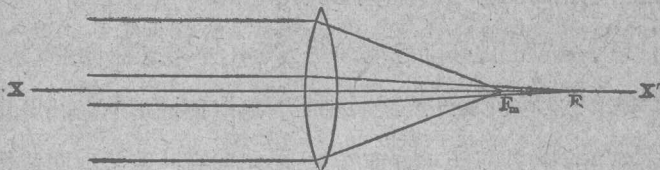
以上僅論及平行於光軸之入射線。但物體不一定只在光軸上，故須再就傾斜於光軸之入射線之成像，加以討論。若自光軸外之一點所發之傾斜光線，經透鏡後仍會集於一點，則所成之像完全，否則不完全。

在不合光軸之平面內之光線，則呈更複雜之現象。此種自物體上之一點所發之光線，經透鏡折射後，不會聚於一點之現象，稱為透鏡之像差(aberration, Aberration)。

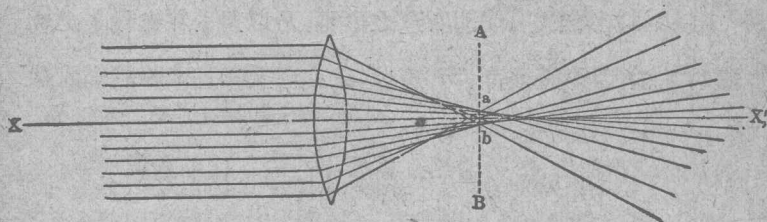
像差有五種。即球面像差(spherical aberration, sphärische Aberration 或 Kugelabweichung)，彗形像差(coma, Koma)，像散現象(astigmatism, Astigmatismus)，像場彎曲(curvature of field, Bildwölbung)及畸變(distortion, Verzeichnung)。因此等像差，乃由於透鏡之表面為球面而起，故

有時總括此五種，稱為球面像差。

17. 球面像差 於第 23 圖中，若以 F_0 表近軸光線之焦點，以 F_m 表邊部光線之焦點，則在一枚凸透鏡，因 F_0 及 F_m



第 23 圖 凸透鏡之近軸光線及邊部光線之焦點



第 24 圖 凸透鏡之帶光線之焦點

不一致，故計及帶光線之通路時，乃成如第 24 圖所示之狀。物體為光軸上之一點時，若像亦為一點，則為理想的情形。但如第 24 圖所示，因其不會聚於一點，故像乃模糊不明。

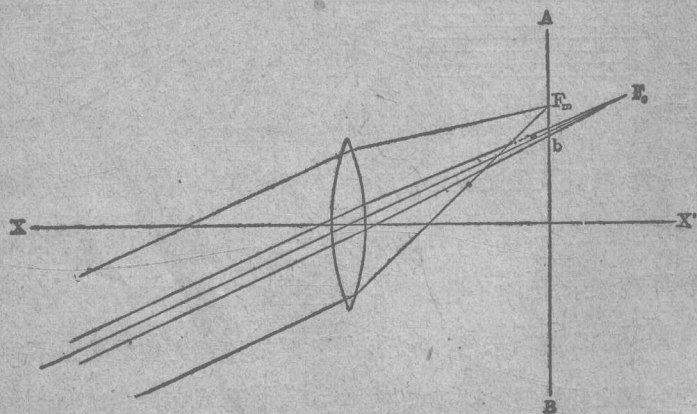
如第 23 圖所示，近軸光線之焦點與邊部光線之焦點不一致時，謂之此透鏡有球面像差。此球面像差之量，以 F_m 與 F_0 之距離表之。 $\overline{F_m F_0}$ 有時亦稱為縱球面像差。此處所謂『縱』，

乃指『沿光軸』之意義。

在有球面像差之透鏡，則如第 24 圖所示，光線散亂，而尤以 ab 處最為密集。因之此處稱為明晰圓 (least circle of confusion, Zerstreungskreis)。

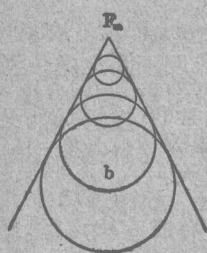
以上乃就凸透鏡而說明。凹透鏡中，亦有球面像差；恰好 F_m 與 F_o 之位置與凸透鏡者相反。無論何種形狀之凸透鏡，皆不能由一枚透鏡除去球面像差。必須組合凸透鏡與凹透鏡，方能製成除去球面像差之透鏡。

18. 彗形像差 前節所述之事實，乃以對於在光軸上之物體為主。但因物體通常皆有體積，故亦應及軸外之物體點成像



第 25 圖 傾斜光線之焦點

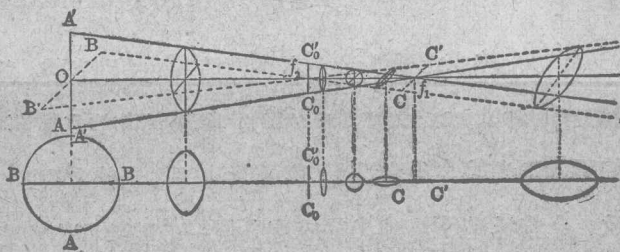
之情形。第 25 圖即表示此時之光程。因此時不能以光軸為標準，故以傾斜光線中之通過光心者為標準。此特別光線，稱為主射線(principal ray, Hauptstrahl)。與球面像差之情形同，主射線附近之光線之會聚點 F_0 與通過邊部之光線會聚點 F_m 不一致。今若通過 F_m 與光軸成直角置一毛玻璃而審視光線



第 26 圖 彗形像差

之會聚情形時，則如第 26 圖所示，現出與 F_m 成某角度之鮮明之像。此種如第 26 圖之形狀之像，稱為彗形像差。由第 25 圖，可知若 F_m 與 b 一致，則無彗形像差。故彗形像差之量，以 $F_m b$ 之長度表之。

19. 像散現象 像散現象在五種像差中，最為難解。無論球面像差及彗形像差，皆僅論及光線在含光軸之平面內時之情形。但實際自軸外之物體點所發之光線，不一定只在含光軸之平面內。吾人不難想像出在不含光軸之平面內之光線，呈與第 25 圖不同之狀況。今置物體於光軸外之一點上，僅於透鏡之任一部分，留一圓形，以備光線之通過，而遮蔽其餘之部分。復於透鏡之後置一白紙而審視光線通過之情形，則如第 27 圖所示，於近透鏡處為圓形。漸遠乃漸成橢圓形。在某一定之處，



第 27 圖 像散現象

成直線。過此，復成更小之橢圓。再過，乃有成明晰圓之處。過此明晰圓，又成橢圓。此橢圓之軸，與前者相差 90 度。再過，又有成直線 CC' 之處。過此直線，橢圓復漸增大。

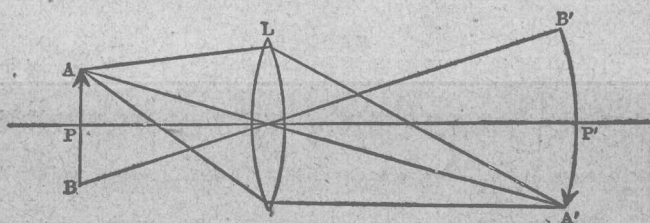
如上所述，物體雖為點，而像不為點，且有成直線之處。此種像差稱為像散現象。其分量以 C_0C' 與 CC' 之距離表之。

用有此種像差之透鏡，觀看十字形之物體時，則在縱線鮮明之位置，橫線模糊；在橫線鮮明之位置，縱線模糊。

像散現象對於人類之亂視有關，將如以後所述。

使 f_1 與 f_2 一致，則可免除像散現象。

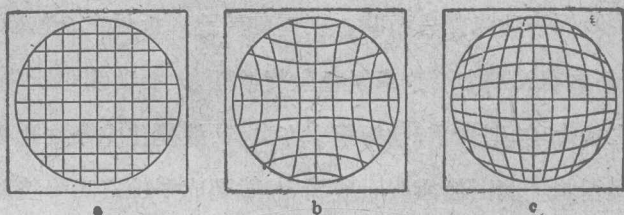
20. 像場彎曲 在第 7 圖及第 8 圖中，曾表示物體為直線時，像亦為直線。但此僅對於曾完全補償像差之透鏡準確。對於普通之透鏡，並不如是。例如於第 28 圖中，物體 APB 經透鏡 L 成像時，軸上之點 P 之像為 P' ，軸外之點 A, B 之像



第 28 圖 像場彎曲

爲 A', B' ，物體全部之像則通常成 $A'P'B'$ 狀彎曲。因之物體雖爲平面，像通常不爲平面而爲曲面。此種像差，稱爲像場彎曲。亦稱爲像面彎曲或視場彎曲。

21. 畸變 在透鏡中，尚有一不可忽視之像差。物體如第 29 圖(a)所示，爲基盤格子時，若像亦恰成基盤格子，固爲理



第 29 圖 畸變

想的情形。但用一枚凸透鏡而視第 29 圖(a)時，像卻變成如第 29 圖(b)之形。若用補償過度之透鏡視之，則像又成如第 29 圖(c)之形。透鏡中有此種像差時，則像與物體不成相似形。故

不能表出物體之正確形狀。

以上五種像差，爲處理透鏡上，必然發生之問題。必須除去此等像差，方成優良之透鏡。此等像差，由組合數枚透鏡除去之。

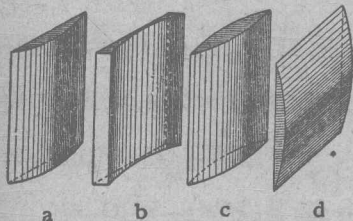
22. 光學玻璃 上節已曾述及，因一枚透鏡中有種種像差，必須組合數枚透鏡，方能除去。而此像差實被製透鏡之玻璃之折射率及色散所支配。

十九世紀之初，人類已能製造冕牌玻璃 (crown glass, Kronglas) 及火石玻璃 (flint glass, Flintglas)。冕牌玻璃之主成分爲矽酸，碳酸鉀及碳酸鈉等。火石玻璃則在以上之成分外，復含有多量之氧化鉛。若用冕牌玻璃及火石玻璃製成等角之稜鏡而實驗光之色散時，則冕牌玻璃之折射率及色散皆較遜，而火石玻璃之折射率及色散皆較顯。火石玻璃中所含氧化鉛之量愈增，則愈重，且折射率亦愈大。故變化成分之比例，自最輕冕牌玻璃至最重火石玻璃止，能製成多種之光學玻璃。

第三章 柱面透鏡

23. 柱面透鏡 以上所述之透鏡及其性質，乃對於球面透鏡而言。因矯正亂視眼，係用柱面透鏡，故對於柱面透鏡，亦有敘述之必要。1827 年格林維基(Greenwich)天文臺長阿伊勒(G. B. Airy)託光學家富來耳(Fuller)製球面·柱面透鏡，以矯正亂視眼，即爲此種透鏡之濫觴。

透鏡之一面或兩面，成柱面之一部分之形狀者，稱爲柱面透鏡。第 30 圖，列示四枚柱面透鏡：(a)爲平凸柱面透鏡；



第 30 圖 柱面透鏡

(b)爲平凹柱面透鏡；(c)爲兩凸柱面透鏡；(d)爲將與(a)相同之透鏡旋轉 90 度而放置者。

第 30 圖中之(a), (b),

(c), 軸成鉛直, (d)則軸成水

平。所謂柱面透鏡之軸，乃指與形成透鏡面之圓柱體之軸平行之方向。

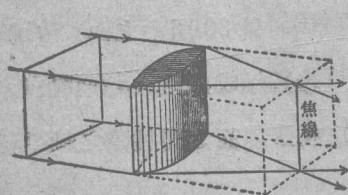
柱面透鏡之光學的作用，不僅隨其表面之曲率及玻璃之

折射率而異，且與鏡軸之方向有關。

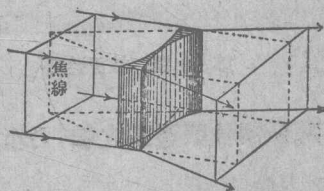
平行於柱面透鏡軸之平面，所切之截面，與平行平面玻璃之截面同。故在此平面內光線不起折射。與軸成直角之平面，所切之截面，與球面透鏡之含光軸之截面同。故在此平面內之光線起折射。故入射線為平行光線時，則通過柱面透鏡後，有成焦線(focal line, Brennlinie)之處。此焦線與柱面透鏡之軸平行。

第 31 圖，就兩凸柱面透鏡，說明此作用。實際上之焦線之成，由圖觀之即可明瞭。第 32 圖，就兩凹柱面透鏡說明此作用。此種柱面透鏡之焦線為虛焦線，與球面透鏡中凹透鏡之焦點為虛焦點相同。

例 1. 在如第 30 圖(c)所示之兩凸柱面透鏡中，若第一面之折射率為 $+3.0$ Dptr.，第二面之折射率為 $+4.0$ Dptr.時，則由



第 31 圖 凸柱面透鏡之作用



第 32 圖 凹柱面透鏡之作用

第一面	zyl.	+3.0 Dptr.	軸·鉛直(↓)
第二面	zyl.	+4.0 Dptr.	,, ,, ,,
透 鏡	zyl.	+7.0 Dptr.	軸·鉛直(↓)

之計算,此柱面透鏡之折射率為+7.0 Dptr.。

例 2. 在如第 32 圖所示之兩凹柱面透鏡中,同樣,

第一面	zyl.	-4.0 Dptr.	軸·鉛直(↓)
第二面	zyl.	-0.25 Dptr.	,, ,, ,,
透 鏡	zyl.	-4.25 Dptr.	軸·鉛直(↓)

例 3. 在柱面透鏡之特別情形,

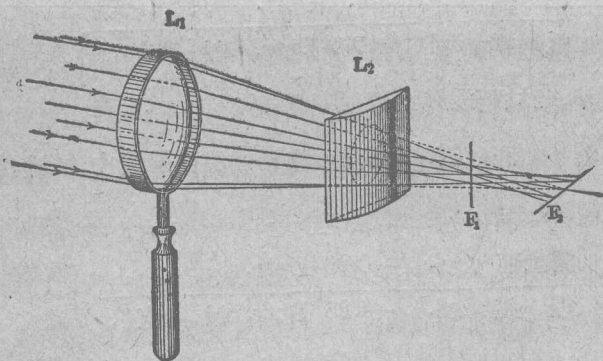
第一面	zyl.	-2.0 Dptr.	軸·水平(→)
第二面	zyl.	+2.0 Dptr.	,, ,, ,,
透 鏡		0	

此時透鏡之兩面,恰互相消去折射作用。

以下可同樣計算。

24. 球面·柱面透鏡 第 33 圖中, L_1 為平凸透鏡,其球面向物體; L_2 為平凸柱面透鏡,其平面向 L_1 。當平行光線入射於 L_1 時,假定此透鏡不起像差,則經 L_1 後之光線,應會聚於焦點 F_2 。但因在球面透鏡 L_1 與焦點 F_2 間,有柱面透鏡 L_2 ,故光線更橫向會聚。故如第 33 圖所示,於 L_2 之焦線之位置

F_1 處，作縱焦線；再於 L_1 之焦點之位置 F_2 處，作橫焦線。即



第 33 圖 球面·柱面透鏡之作用

由組合此二種透鏡，起與第 27 圖所示同樣之像散現象。

今縱將球面透鏡 L_1 與柱面透鏡 L_2 相接觸，顯然亦起同樣之作用。故一面為球面，一面為柱面之透鏡，即球面·柱面透鏡，顯然起如第 33 圖所示之作用。

同樣，組合任意之球面透鏡與柱面透鏡時，亦起與此相同之作用。而各透鏡之焦距，影響 F_1 及 F_2 之位置。

例。於球面·柱面透鏡，命球面之折射率為 $+4$ Dptr.，柱面之折射率為 $+4$ Dptr.，如第 33 圖所示，軸成鉛直時，則此透鏡以

$$(+4 \text{ Dptr. sph.}) \circ (+4 \text{ Dptr. Zyl. } \downarrow)$$

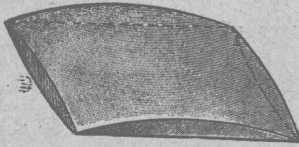
表示。

第一焦線 $8D, f_1 = 125$ 毫米

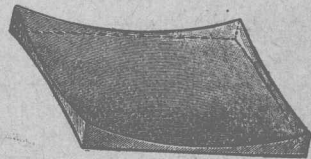
第二焦線 $4D, f_2 = 250$ 毫米

○用爲表示組合之符號。

第 34 圖爲組合凸柱面與凸球面之透鏡。第 35 圖爲組合凹柱面與凹球面之透鏡。



第 34 圖

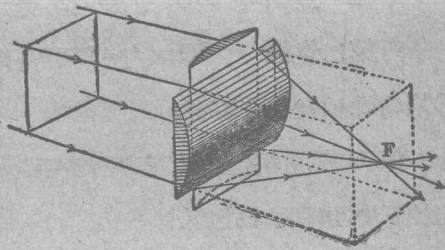


第 35 圖

25. 交叉柱面透鏡 將二枚柱面透鏡之軸，轉至互成 90 度之位置而組合之，謂爲交叉柱面透鏡(to cross cylindrical lenses, die Zylinderlinsen zu kreuzen)。僅就柱面，亦有此語。例如將第 30 圖之(a), (b), (c)之任一與(d)組合時，卽爲此種情形。

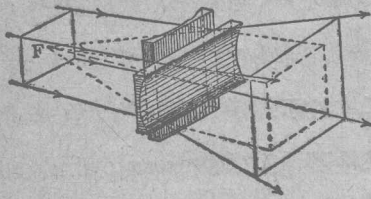
今爲說明交叉柱面透鏡之性質計，將等折射率之平凸柱面透鏡，如第 36 圖所示，按鏡軸互成直角之位置組合之。則因僅有一枚柱面透鏡時，光線應如第 31 圖所示，會聚於焦線，再由一枚 \rightarrow 之柱面透鏡，焦線乃成爲焦點。故此透鏡系，起與球

面透鏡相同之作用。例如取 +1.5 zyl. 與 +1.5 Zyl. 之二枚柱面透鏡，使二者之軸互成直角而察其作用時，於此二透鏡上，再加一枚 -1.5 Dptr. 之球面透鏡，則透鏡之作用完全消失。故知



第 36 圖 等折射率之凸柱面透鏡之交叉

$$(+1.5 \text{ zyl. } \downarrow) \times (+1.5 \text{ zyl. } \rightarrow) = +1.5 \text{ Sph.}$$



第 37 圖

等折射率之凹柱面透鏡之交叉

同樣之關係，適合於凹柱面透鏡。第 37 圖，即表示此種情形。

亦可倒轉將球面透鏡改算為交叉之二枚柱面透鏡。例如

$$\text{Sph.} + 4.0 \text{ Dptr.} = (\text{zyl.} + 4.0 \text{ Dptr. } \downarrow)$$

$$\times (\text{zyl.} + 4.0 \text{ Dptr. } \rightarrow).$$

26. 交叉柱面透鏡之改算 交叉同符號，等折射率之柱面透鏡時，則起與同符號同折射率之球面透鏡相同之作用。故交叉任意之二枚柱面透鏡時，可將其改算為一枚球面透鏡及一

枚柱面透鏡。

以下以例示之。

$$\begin{aligned} \text{例 1. } & (\text{zyl.} + 1.5 \text{ Dptr. } \uparrow) \times (\text{zyl.} + 3.5 \text{ Dptr. } \rightarrow) \\ & = (\text{Sph.} + 2.5 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} + 1.0 \text{ Dptr. } \rightarrow). \end{aligned}$$

在此例中，爲簡單計，軸之方向取鉛直及水平兩種。祇須兩軸互成直角，無論各軸之傾斜若何，改算法皆同。

$$\begin{aligned} \text{例 2. } & (\text{zyl.} + 7 \text{ Dptr. 軸 } 70^\circ) \times (\text{zyl.} + 4 \text{ Dptr. 軸 } 160^\circ) \\ & = (\text{Sph.} + 4 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} + 3 \text{ Dptr. 軸 } 70^\circ) \\ & = (\text{Sph.} + 7 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} - 3 \text{ Dptr. 軸 } 160^\circ) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{例 3. } & (\text{zyl.} + 9 \text{ Dptr. 軸 } 7^\circ) \times (\text{zyl.} - 4 \text{ Dptr. 軸 } 97^\circ) \\ & = (\text{Sph.} + 9 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} - 13 \text{ Dptr. 軸 } 97^\circ) \end{aligned}$$

故在任何情形，殆皆能視爲球面·柱面透鏡而解之。

27. 球面·柱面透鏡之改算 當按眼科醫生所開之單，製造患亂視者所戴之球面·柱面透鏡時，眼鏡店或因磨研機器有種種限制，或因按照醫生所開之單製成後，不能嵌入框中，故最好行種種改算，改爲適宜之形式。

$$\text{例 1. } (\text{zyl.} + 6 \text{ Dptr. } \rightarrow) = (\text{Sph.} + 6 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} - 6 \text{ Dptr. } \uparrow).$$

$$\text{例 2. } (\text{zyl.} - 3 \text{ Dptr. 軸 } 34^\circ) = (\text{Sph.} - 3 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.}$$

+3 Dptr. 軸 124°)。

$$\begin{aligned} \text{例 3. } & (\text{Sph.} + 7.5 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} + 2 \text{ Dptr. } \downarrow) \\ & = (\text{zyl.} + 7.5 \text{ Dptr.} \rightarrow) \otimes (\text{zyl.} + 9.5 \text{ Dptr. } \downarrow) \\ & = (\text{Sph.} + 9.5 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} - 2 \text{ Dptr.} \rightarrow) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{例 4. } & (\text{Sph.} + 6 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} + 2 \text{ Dptr. } 5^\circ) \\ & = (\text{Sph.} + 8 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} - 2 \text{ Dptr. } 95^\circ) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{例 5. } & (\text{Sph.} - 2.5 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} + 4 \text{ Dptr. } 25^\circ) \\ & = (\text{Sph.} + 1.5 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} - 4 \text{ Dptr. } 115^\circ) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{例 6. } & (\text{Sph.} + 5 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} - 1.5 \text{ Dptr. } 10^\circ) \\ & = (\text{Sph.} + 3.5 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} + 1.5 \text{ Dptr. } 100^\circ) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{例 7. } & (\text{Sph.} + 2.5 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} - 7.5 \text{ Dptr.} \rightarrow) \\ & = (\text{Sph.} - 5 \text{ Dptr.}) \odot (\text{zyl.} + 7.5 \text{ Dptr.} \downarrow) \end{aligned}$$

要之，球面·柱面透鏡，可改算爲下列三者：

- (a) 交叉柱面透鏡；
- (b) $\text{Sph.} \odot + \text{zyl. } w^\circ$ ；
- (c) $\text{Sph.} \odot - \text{zyl. } w^\circ + 90^\circ$ 。

眼鏡店中，多不喜改算爲(a)。此蓋因柱面之研磨，需較多之費用之故。縱在球面·柱面之中，亦選其度(Dptr.)數小者。

28. 環面透鏡 本章中所述之球面·柱面透鏡，及交叉柱

面透鏡之目的，乃欲在含光軸之種種斷面內，得種種不同之折



第 38 圖 環面透鏡

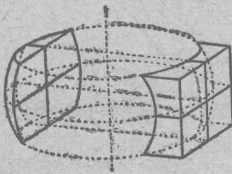
射率。但如第 38 圖所示。內面爲凹球面，外面爲凸環面之所謂環面透鏡 (toroidal lens 或

toric lens, torische Linse)，亦滿足此目的。

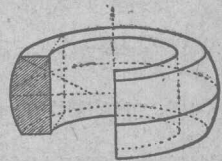
所謂環面，乃指圓弧以其直徑以外之直線爲軸而旋轉時，所生之面。第 39 圖及第 40 圖，卽表示環面之圖。

故玻璃

材料之磨成
環面者，有
等於交叉二



第 39 圖 凸環面及凹環面



第 40 圖 凸環面

枚柱面之作

用。故可將球面·柱面透鏡及交叉柱面透鏡改算爲環面透鏡。復可倒轉將環面透鏡改算爲前二者。

例 1. 在環面透鏡中，若

外面 (zyl. + 6.0 Dptr. →) ∪ (zyl. + 7.0 Dptr. ↓)

內面 (Sph. - 6.0 Dptr.)

時，則起與 (zyl. + 1.0 Dptr. ↓) 之柱面透鏡相同之作用。蓋因

(zyl. + 6.0 Dptr. →) ∪ (zyl. + 7.0 Dptr. ↓)

$$\begin{aligned}
 &= (\text{zyl.} + 6.0 \text{ Dptr.} \rightarrow) \ominus (\text{zyl.} + 6.0 \text{ Dptr.} \downarrow) \ominus (\text{zyl.} + \\
 &\quad 1.0 \text{ Dptr.} \downarrow) \\
 &= (\text{Sph.} + 6.0 \text{ Dptr.}) \ominus (\text{zyl.} + 1.0 \text{ Dptr.} \downarrow).
 \end{aligned}$$

但因內面爲(Sph. - 6.0 Dptr.)，故 + 6.0 與 - 6.0 相消，折
射率成零，因之僅餘(zyl. + 1.0 Dptr. ↓)。

例 2. 在環面透鏡中，若

$$\text{外面 } (\text{zyl.} + 6.0 \text{ Dptr.} \rightarrow) \ominus (\text{zyl.} + 8.0 \text{ Dptr.} \downarrow)$$

$$\text{內面 } (\text{Sph.} - 6.0 \text{ Dptr.})$$

時，則同樣可改算爲(zyl. + 2.0 Dptr. ↓)。

29. 二柱面之軸成任意角 γ 時之改算法 折射率爲 D_1
之柱面之軸與折射率爲 D_2 之柱面之軸，互成任意角 γ 時，
可改算爲二柱面之軸互成 90 度之一枚透鏡。命此時第一柱面
之折射率爲 D' ，第二柱面之折射率爲 D'' ，及 D' 之柱面之
軸與 D_1 之柱面之軸所成之角爲 α ，則可依下式計算出 D' ， D''
及 α ：——

$$\left. \begin{aligned}
 R^2 &= D_1^2 + D_2^2 + 2D_1D_2 \cos 2\gamma, \\
 D' &= (D_1 + D_2 + R)/2, \\
 D'' &= (D_1 + D_2 - R)/2, \\
 \sin 2\alpha &= D_1 \sin 2\gamma / R \\
 \cos 2\alpha &= (D_1 \cos \gamma + D_2) / R
 \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

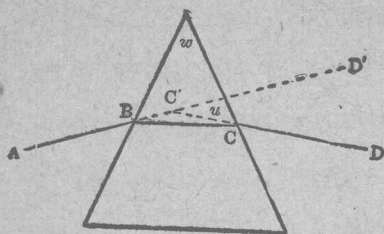
若 $D_2 = -D_1$ 時，則特稱爲斯托克斯 (Stokes)之透鏡，而
(25)式乃化簡如下：——

$$\left. \begin{aligned} R &= 2D_1 \sin \gamma, \\ D' &= D_1 \sin \gamma, \\ D'' &= -D_1 \sin \gamma, \\ \alpha &= 45^\circ + \frac{\gamma}{2}. \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

第四章

眼鏡用稜鏡

30. 稜鏡之作用 因矯正斜視眼，係用稜鏡。故應對於此作用，加以敘述。



第 41 圖 稜鏡之作用

於第 41 圖，若命稜鏡之頂角為 w ，命 AB 為入射於第一面之光線，則此光線於第一面處折射向 BC 之方向。於第二面處折射向 CD 之方向。因之最後之光線 CD ，向與最初之入射線 AB 相差角 u 之方向進行。此角 u ，稱為稜鏡之偏轉角 (angle of deflection, Ablenkungswinkel)。

戴眼鏡中所用之稜鏡，僅為頂角 w 小者。故若命製稜鏡之玻璃之折射率為 n ，則

$$u = w(n-1) \quad (27)$$

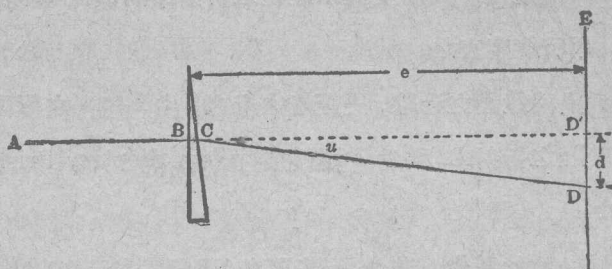
之關係成立。

故如第 42 圖所示，若置一屏風 E 於距稜鏡 e 之處，使之受通過稜鏡之光線時，則應射於 D' 之光線，射於 D 。故由稜

鏡之存在，生 d 之變位。因角 u 甚小，故

$$d = e \cdot u \quad (28)$$

之關係成立。



第 42 圖

例. 於第 42 圖，置尺 E 於距稜鏡 2 米處，自 A 側視之，若看出有稜鏡時較無稜鏡時偏差 10 釐米，則

$$e = 2 \text{ 米}, \quad d = 0.1 \text{ 米},$$

故由(28)式，得

$$u = \frac{0.1}{2} = \frac{1}{20} \text{ 。$$

此乃由弧度所表之數值。若化成角度時，可用 57.3 乘之。故得

$$u = \frac{57.3}{20} = 2.86 \text{ 度。}$$

若用 $n=1.5$ 之玻璃時，則由(27)式得

$$w = 2.86 \times 2 = 5.72 \text{ 度。}$$

即稜鏡之頂角爲 5.72 度。

31. 稜鏡度 與用度表示透鏡之折射率同樣，稜鏡之偏轉角，用稜鏡度表之。

通過稜鏡後之光線，於距離 1 米處，生 1 釐米之變位時，則此稜鏡之折射率，稱爲 1 稜鏡度 (prism dioptré, Prismendioptrie)。

於一枚稜鏡中，若命 w 表頂角(用角度表示者) Δ (讀爲 Delta)表此稜鏡之稜鏡度，則有

$$0.0175(n-1)w = \frac{\Delta}{100} \quad (29)$$

之關係。當用 $n=1.53$ 之玻璃時，則成

$$0.93 w = \Delta. \quad (30)$$

例 1. 試求頂角爲 3 度之稜鏡之稜鏡度。

$$\Delta = 0.93 \times 3 = 2.79 \text{ 稜鏡度。}$$

例 2. 試求 4 稜鏡度之稜鏡。

$$w = \frac{\Delta}{0.93} = \frac{4}{0.93} = 4'18'.$$

即頂角爲 4 度 18 分之稜鏡。

32. 釐弧度 爲表示戴眼鏡用稜鏡之折射率起見，於稜鏡度之外，復用稱爲釐弧度 (centradian, Centradian; 簡稱 centrad, Centrad) 之單位。因 57.3 度爲 1 弧度，故其百分之一，即 0.573 度，稱爲釐弧度，以 ctrd. 之略號表之。

於此，關於稜鏡度與釐弧度之關係，應起疑問。當稜鏡之頂角甚小時，此兩單位可視爲相等。

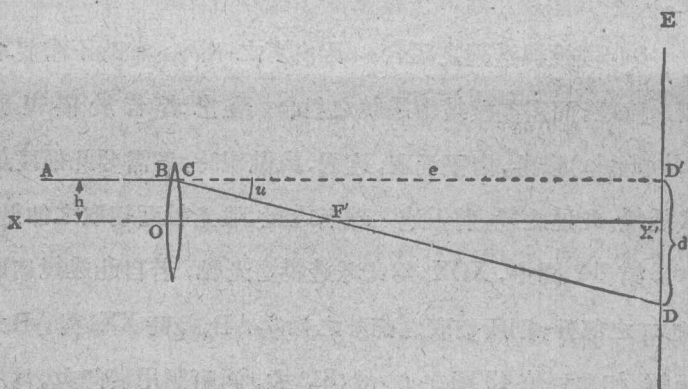
在第 1 表中，第一列以度表稜鏡之頂角，第二列表用 $n=1.52$ 之玻璃時之偏轉角 u ，第三列表稜鏡度，第四列表對於稜鏡度之偏轉角，第五列表釐弧度，第六列表對於釐弧度之偏轉角，比較稜鏡度與釐弧度之差異時，可比較同行中第四列與第六列之值。(表見後頁)

33. 離心透鏡 第一章所討論之球面透鏡，係以光軸爲討論射線之基準線。若如第 43 圖所示，以平行於光軸而距光軸 h 之 AB 爲基準線時，則透鏡呈稜鏡之作用，偏轉光線之方向。

今於第 43 圖，若命 XOX' 爲光軸，命 F' 爲焦點，於距透鏡 e 之處，置尺 E 垂直於光軸，則在尺上之點，當 AB 之光程者，必在經過焦點 F' 之光程上。故自 AB 之方向觀此尺時，則

第 1 表

稜鏡之頂角 (度)	偏轉角 u (度)	稜鏡度	偏轉角 u (度)	釐弧度	轉偏角 u (度)
1	0.52	1	0.57	1	0.57
2	1.04	2	1.15	2	1.15
3	1.56	3	1.72	3	1.72
4	2.09	4	2.29	4	2.29
5	2.61	5	2.86	5	2.87
6	3.14	6	3.43	6	3.44
7	3.68	7	4.00	7	4.01
8	4.21	8	4.57	8	4.58
9	4.75	9	5.14	9	5.16
10	5.30	10	5.71	10	5.73
11	5.86	11	6.28	11	6.30
12	6.42	12	6.84	12	6.88
13	6.99	13	7.41	13	7.45
14	7.57	14	7.97	14	8.02
15	8.16	15	8.53	15	8.60
16	8.76	16	9.09	16	9.17
17	9.38	17	9.65	17	9.74
18	10.01	18	10.20	18	10.32
19	10.65	19	10.76	19	10.89
20	11.32	20	11.31	20	11.46



第 43 圖 透鏡之稜鏡作用

因將透鏡似此離心的放置，應看出 d 之變位，此關係恰與稜鏡之作用同。

於此，若命 f 為透鏡之焦距，則

$$d = \frac{e \cdot h}{f} = e \cdot h \cdot D \quad (31)$$

之關係成立。取 e 為 1 米，而以釐米表 d 及 h 時，則 d 之值表示稜鏡度。

1 釐米時，則成

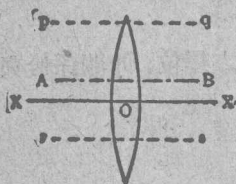
$$h = D \quad (32)$$

而稜鏡之折射率 D 度，乃表將此透鏡用為離心透鏡時之稜鏡

度。

34. 稜鏡與透鏡之組合 因患者之不同，有時不需要單獨之稜鏡，而需要稜鏡與透鏡之組合。蓋患者若於複視 (dioplopia) 以外，尚罹近視，遠視，或亂視時，則需要此種稜鏡式透鏡。此種透鏡，將上述之球面透鏡，離光軸而切取之即得。

第 44 圖中，XOX' 爲此球透鏡之光軸；若自此透鏡切取 pq,rs 之部分，則所切取之部分之軸爲 AB。此時 XX' 與 AB 之距離，相當於第 43 圖之 h 。故(31)式，適可應用於此處。爲用



第 44 圖

稜鏡度表 d 起見，最好取 e 爲 1 米。

故自

$$d = hD \quad (33)$$

可導出必要之值。

眼鏡之度，已知爲若干度。若知

矯正複視之稜鏡度時，則因 d (釐米) 與 D 爲已知，故可由

$$h = \frac{d}{D} \quad (34)$$

定離心之分量。

例 用 +5 Dptr. 之正透鏡能矯正之遠視眼患者之眼軸，左右離開 4 稜鏡度時，則應將此透鏡離心若干，方可矯正？

因眼軸左右離開 4 稜鏡度，最好由左右二透鏡，各矯正一半。故於(34)式，

$$d=2, D=+5。$$

故

$$h = \frac{2}{5} = 0.4 \text{ 釐米} = 4 \text{ 毫米。}$$

即切取透鏡，使距透鏡固有之光軸 4 毫米之處，成爲切取部分之中央，將其嵌入框中即可。

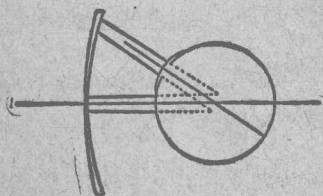
第五章

映點成點之眼鏡透鏡

35. 斜入射於眼鏡之光線之像散現象 在戴眼鏡中，最重要者，厥為透鏡之度。須適應近視、遠視及亂視之程度，以決定此透鏡之度。但如第 6 節中所述，度為以米所表之焦距之逆數，而焦距又由近軸光線決定。故若置眼之視線於沿光軸方向時，則祇需度數準確，即可明晰看清物體而不起其他之問題。

但眼有旋轉中心。因眼球能向左右及上下旋轉，而當眼

旋轉時，通過眼鏡所見之外界，亦須明晰。故透鏡之形狀，乃成問題。



第 45 圖

第 45 圖表示戴凹透鏡眼鏡之眼之視軸變更時，與透鏡

之相對位置。此時恰如第 27 圖所示，現出像散現象。

36. 於簡單之眼鏡透鏡中，除去斜入射線之像散現象之研究 自眼鏡之周邊觀物，不能明晰之缺點，已在 1804 年左右，被英國之醫生渥辣斯頓 (William Hyde Wollaston) 所想到，而提出除去此缺點之周邊視透鏡 (periscopic lens, peris-

k. p. hes Glas 或 meniskenformige Glas)。當時透鏡之五

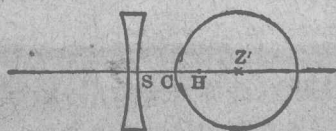


第 46 圖 渥辣斯頓

種像差，尙無系統的研究。縱在今日視之，此亦實爲超人之卓見。但在定眼鏡之度之方法不正確之當時，眼戴眼鏡，縱在光軸上之物體，亦不能明晰看清。當然周邊之像之明晰度等，更不成問題。因此，此種特殊之透鏡，乃未廣被採用。

迨關於透鏡之研究漸進展，因之乃知兩凸透鏡，平凸透鏡，兩凹透鏡及平凹透鏡，皆不能使周邊之像明晰，而必須用彎月形之透鏡。上述渥辣斯頓之周邊視透鏡，即爲彎月形。稍後，在周邊視透鏡之凹透鏡，其外側面之半徑規定爲 40 釐米；在周邊視之凸透鏡，其內側面之半徑規定爲 40 釐米。再後復有用 17.5 釐米，11.5 釐米，9 釐米及 6 釐米代替 40 釐米之透鏡。關於此等透鏡之形狀，將再述之。

37. 眼之旋轉中心 於第 47 圖，命 C 爲角膜之頂點， Z' 爲眼之旋轉中心，則 CZ' 之距離，因人而異，自 12 毫米至 15 毫米，而通常視爲 13 毫米。



第 47 圖

其次，爲使戴眼鏡時所見物體之大小，與正視眼所見者相同起見，透鏡之後側頂點 S 與眼之第一主點 H 之距離，應爲

$$SH = 17.06 \text{ 毫米。}$$

因眼之光學之性質，甚爲明瞭，故知 CH 之值。自 SH 中減去 CH 之值，則成

$$SC = 15.71 \text{ 毫米。}$$

故自眼之旋轉中心，至眼鏡之透鏡之後側頂點之距離，爲

$$SZ' = 28\frac{3}{4} \text{ 毫米。} \quad (35)$$

此爲設計除去像散現象之眼鏡時，甚爲重要之數值。

不過略變更此值，並不甚變更物體所呈之大小。故有時用

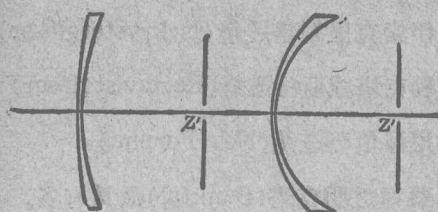
$$SZ' = 25 \text{ 毫米。} \quad (36)$$

用此較小之數值時，便於除去單透鏡之像散現象，且當視場一定時，能用直徑較小之透鏡。

38. 映點成點之眼鏡 如上所述，用平凸透鏡，兩凸透鏡，平凹透鏡及兩凹透鏡爲眼鏡時，則通過周邊觀物時，像不明

晰；用特別形狀之透鏡時，則雖通過周邊觀物，物體亦明晰呈露。此種特別形狀之透鏡，稱為映點成點之眼鏡透鏡 (punktuell abbildende Brillengläser)。因用此種透鏡，則物體為點時，像亦為點，通過眼鏡觀外界時，明晰顯目。映點成點之眼鏡

透鏡，對於一定之折射率，有兩種形狀。其一為阿斯特渥特 (Ostwalt) 型；另一則為渥辣斯頓型。第



阿斯特渥特型

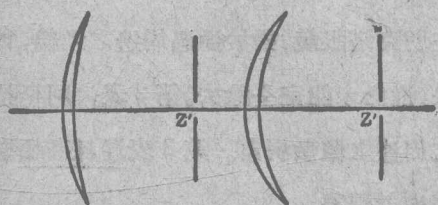
-5 Dptr.

渥辣斯頓型

-5 Dptr.

第 48 圖

48 圖為近視眼用之 -5 Dptr. 之透鏡。其球面之曲率半徑大者為阿斯特渥特型；其小者為渥辣斯頓型。



阿斯特渥特型

+5 Dptr.

渥辣斯頓型

+5 Dptr.

第 49 圖

第 49 圖為遠視眼所用之 +5 Dptr. 之透鏡。阿斯特渥特型之球面之曲率半徑大；

渥辣斯頓型者小。與近視眼用之透鏡同。

但因球面之曲率半徑愈大，則愈易磨而難破。故製造者皆僅製阿斯特渥特型一種。各製造公司，皆另附以各別之名稱。

例如

製造公司

<u>卡魯·蔡司</u>	朋克塔透鏡 (Punktalgläser)
<u>愛彌兒·卜希</u>	伊索克里斯塔透鏡 (Isokrystargläser)
<u>尼徹·汪·吉特</u>	勒克塔威斯特透鏡 (Rectavistgläser)
<u>羅登斯托克</u>	尼渥伯發透鏡 (Neo Perpha)

以上數種之中，以蔡司之朋克塔 (Punktal) 最爲有名。

39. 朋克塔 卡魯·蔡司 (Carl Zeiss) 股份公司所製之映點成點之眼鏡，稱爲朋克塔。此種眼鏡，於凹透鏡，自 -0.12 Dptr. 至 -24.0 Dptr. 止，於凸透鏡，自 $+0.12$ Dptr. 至 $+7.0$ Dptr. 止，皆能製造。在朋克塔眼鏡，對於通過周邊之光線，曾十分努力除去像散現象，惟仍未能完全除去。第2表，阿斯特渥特型之朋克塔透鏡之周邊之像散現象。第3表渥辣斯頓型之朋克塔透鏡之周邊之像散現象。

爲表示朋克塔透鏡比普通之眼鏡，像散現象究除至如何程度起見，於第4表中，揭示對於平凸透鏡及平凹透鏡之折射率。

第 2 表

阿斯特渥特型朋克塔透鏡之在視場周邊之折

射率之變化

頂點度	厚度 (毫米)	在周邊之折射率		像散現象 (度)
		橫面的	縱面的	
+2	2.0	+1.86	+1.86	0.00
+4	3.0	+3.72	+3.71	-0.01
+6	4.0	+5.55	+5.52	-0.03
+8	5.0	+7.44	+7.49	+0.05
-2	1.4	-1.92	-1.93	-0.01
-4	1.2	-3.84	-3.87	-0.03
-6	1.0	-5.78	-5.76	+0.02
-8	0.8	-7.70	-7.68	+0.02
-10	0.7	-9.71	-9.68	+0.03
-12	0.6	-11.66	-11.62	+0.04
-14	0.5	-13.68	-13.66	+0.02
-16	0.5	-15.75	-15.76	-0.01
-18	0.5	-17.85	-17.83	+0.02
-20	0.5	-19.98	-19.99	-0.01

第 3 表

渥辣斯頓型朋克塔透鏡之在視場周邊之折

射率之變化

頂點度	厚度 (毫米)	在周邊之折射率		像散現象 (度)
		橫面的	縱面的	
+2	2.0	+1.87	+1.85	-0.02
+4	3.0	+3.60	+3.70	+0.01
+6	4.0	+5.65	+5.63	-0.02
+8	5.0	+7.44	+7.49	+0.05
-2	1.4	-1.95	-1.97	-0.02
-4	1.2	-3.90	-3.91	-0.01
-6	1.0	-5.79	-5.82	-0.03
-8	0.8	-7.74	-7.73	+0.01
-10	0.7	-9.71	-9.71	0.00
-12	0.6	-11.70	-11.70	0.00
-14	0.5	-13.72	-13.74	-0.02
-16	0.5	-15.78	-15.76	+0.02
-18	0.5	-17.83	-17.85	-0.02
-20	0.5	-19.93	-19.93	0.00

第 4 表

平凸透鏡及平凹透鏡之在視場周邊之折射

率之變化

頂點度	厚度 (毫米)	在周邊之折射率		像散現象 (度)
		橫面的	縱面的	
+2	1.7	+2.19	+3.15	+0.94
+4	2.4	+4.29	+5.80	+1.60
+6	3.1	+6.33	+8.46	+2.13
+8	3.8	+8.35	+10.97	+2.62
-2	1.4	-2.13	-2.68	-0.55
-4	1.2	-4.18	-4.99	-0.81
-6	1.0	-6.17	-7.05	-0.88
-8	0.8	-8.12	-8.96	-0.84
-10	0.7	-10.01	-10.77	-0.73
-12	0.6	-11.97	-12.53	-0.56
-14	0.6	-13.90	-14.29	-0.39
-16	0.5	-15.87	-16.00	-0.22
-18	0.5	-17.87	-17.96	-0.09
-20	0.5	-19.94	-19.95	-0.01

雖然朋克塔透鏡，對於透鏡之全面，像皆明晰，但究明晰至如何程度，用照片表示之，即可一目了然。第 50 圖即為表示



第 50 圖

古時之戴眼鏡用透鏡(左)與紫司之朋克塔鏡片(右)之比較

此程度之圖。左邊為用向來之普通透鏡視時之情形。視場之中央明晰，而周邊模糊。朋克塔鏡片則不然。如第 50 圖之右邊所示，互視場之全部，皆明晰可見。

40. 朋克塔透鏡之球面之求法⁽¹⁾ 用 (36) 式之 $SZ' = 1/Z'$ 之略號，命所求之透鏡之度為 D ，先視為薄透鏡討論之，則第一面之折射率 D_1 ，可由

$$\left. \begin{aligned} aD_1^2 + \beta D_1 + \gamma &= 0, \\ a &= n+2, \\ \beta &= 2(n^2-1)Z' - (n+2)D, \\ \gamma &= n\{D + (n-1)Z'\}^2 \end{aligned} \right\} \quad (37)$$

求得。 D_2 可由(12)式計算之。此式為對於斜光線，能使像散現象為零之式。因眼鏡用玻璃，通常 $n = 1.52$ ，而 $Z' = 40$ Dptr.，故(37)式中僅 D 及 D_1 為變數。故若用直角坐標軸，於縱軸上取 D_1 之值，於橫軸上取 D 之值時，則(37)式成橢圓。此橢圓稱為齊魯寧之橢圓⁽²⁾ (Tscherning's ellipse, Tscherningsche Ellipse)。

如上所述，用 $n = 1.52$ ， $Z' = 40$ Dptr. 為 n 及 Z' 之值，而求 D 之最大及最小之值時，則知其為

$$D = +0.19452 Z' = +7.78 \text{ Dptr.},$$

$$D = -0.6170 Z' = -24.68 \text{ Dptr.}.$$

即朋克塔透鏡之折射率，限於此二值之間。

其次，若計及透鏡之厚度，則已知頂點度 D_v 而求 D_1 之式，更為複雜。即為

$$\begin{aligned} HD_1^7 + JD_1^6 + KD_1^5 + LD_1^4 + MD_1^3 + ND_1^2 + PD_1 \\ + Q = 0 \end{aligned} \quad (38)$$

(1) 參閱 James P. C. Southall, Investigation of the form of the so-called Punktal lens. (Journal of the Optical Society of America and Review of Scientific Instruments, Vol. 13, 1926, pp. 699-712)

(2) 參閱山田幸五郎著，光學機械論，第 28 頁。

形式之七次方程式。H 以下之係數，其形式亦甚複雜，故於此處省略之，而揭示由其式計算所得之值。

當 $D_v = +4$ Dptr., $e = 3$ 毫米 (參閱第 2 表) 時，

$$H = -1193114 \times 10^{-15}$$

$$J = +1922575 \times 10^{-12}$$

$$K = -1139709 \times 10^{-9}$$

$$L = +3210912 \times 10^{-7}$$

$$M = -55.33859$$

$$N = +7388.700$$

$$P = -202292.3$$

$$Q = +1455092.$$

解方程式(38)所得之根爲

$$D_1 = +12.05 \text{ Dptr.}$$

故此透鏡兩面之半徑各爲

$$r_1 = +43.15 \text{ 毫米}$$

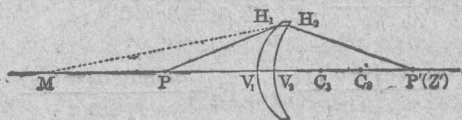
$$r_2 = +62.32 \text{ 毫米。}$$

因欲測此透鏡之像散現象，先看出對於傾角 28 度之傾斜光線之縱面的及橫面的射線之焦線之位置，再取二者之差，即得

$$P_1 P_2 = -0.08 \text{ Dptr.}$$

此值甚小，實用上可以省略。但仍大於第 2 表中所揭之值之 8 倍。故知解複雜之七次方程式，所得之效果亦無幾。寧可自 (37) 式之二次方程式計算 r_1, r_2 ，然後再用三角法修正球面之半徑，即可得良好之結果。

第 51 圖中， Z' 為眼之旋轉中心， P 與 P' 為共軛點， C_1 為



第 51 圖

透鏡之第一面之球心， C_2 為第二面之球心， M 為 $H_1 H_2$ 之延長線與光軸相交之點。命

$$\begin{aligned} V_1 P = Z, \quad V_2 P' = Z', \quad C_1 M = x'_1, \\ C_2 M = x_2, \quad C_2 P' = x'_2, \quad C_1 C_2 = a. \end{aligned}$$

又命 α_1, α'_1 為在第一面之光之入射角及折射角。同樣命 α_2, α'_2 為在第二面之入射角及折射角。則順次計算下列之式，即可求出像散現象。若計算之結果，像散現象過大，則略變更 r_1, r_2 之值，重行計算。求出像散現象小時之 r_1, r_2 之值，而採用之。式如下：——

$$\begin{aligned}
 x'_2 &= Z' - r_2, \\
 \sin \alpha'_2 &= -\frac{x'_2 \sin \theta_3}{r_2}, \quad \sin \alpha_2 = \frac{\sin \alpha'_2}{n}, \\
 \theta_2 &= \theta_3 - \alpha'_2 + \alpha_2, \quad \alpha_2 = -\frac{r_2 \sin \alpha_2}{\sin \theta_2}, \\
 a &= r_2 - r_1 + e, \quad x'_1 = x_2 + a, \\
 \sin \alpha'_1 &= -\frac{x'_1 \sin \theta_2}{r_1}, \quad \sin \alpha_1 = n \cdot \sin \alpha'_1, \\
 E_1 &= \frac{\sin(\alpha_1 - \alpha'_1)}{r_1 \sin \alpha'_1}, \quad E_2 = \frac{n \cdot \sin(\alpha_2 - \alpha'_2)}{r_2 \sin \alpha'_2}, \\
 h_1 &= r_1 \sin(\alpha_1 - \theta_1), \quad h_2 = r_2 \sin(\alpha_2 - \theta_2), \\
 t &= \frac{h_2 - h_1}{n \cdot \sin \theta_2}, \\
 B'_1 &= E_1, \quad A'_1 = \frac{E_1}{\cos^2 \alpha'_1}, \\
 B_2 &= \frac{B'_1}{1 - t B'_1}, \quad A_2 = \frac{A'_1}{1 - t A'_1}, \\
 B'_2 &= B_2 + E_2, \quad A'_2 = \frac{A_2 \cos' \alpha_2 + E_2}{\cos^2 \alpha'_2}, \\
 A'_2 - B'_2 &= \text{像散現象}
 \end{aligned} \tag{39}$$

依此式，用 $n = 1.52$, $Z' = 25$ 毫米， $\theta_3 = -30^\circ$ 計算之例，示

之如次：——

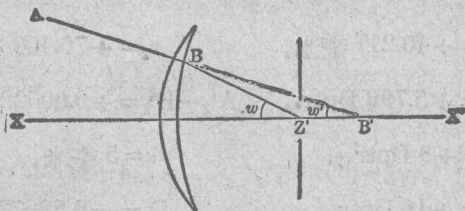
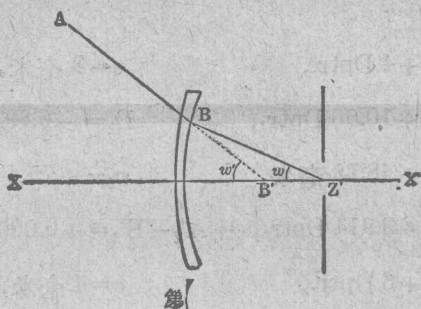
例1. $D_v = +4$ Dptr., $e = 3$ 毫米,
 $D_1 = +10.66$ Dptr., $D_2 = -6.89103$ Dptr.,
 $r_1 = +48.78$ 毫米, $r_2 = +75.48$ 毫米,
 $D = +3.914$ Dptr., $A'_2 - B'_2 = +0.00005$ Dptr.。

例2. $D_v = +6$ Dptr., $e = 4$ 毫米,
 $D_1 = +12.93$ Dptr., $D_2 = -7.38546$ Dptr.,
 $r_1 = +40.217$ 毫米, $r_2 = +70.409$ 毫米,
 $D = +5.796$ Dptr., $A'_2 - B'_2 = +0.00022$ Dptr.。

例3. $D_v = +8$ Dptr., $e = 5$ 毫米,
 $D_1 = +16$ Dptr., $D_2 = -8.88673$ Dptr.,
 $r_1 = +32.500$ 毫米, $r_2 = +58.514$ 毫米,
 $D = +7.581$ Dptr., $A'_2 - B'_2 = +0.0855$ Dptr.。

例4. $D_v = -2$ Dptr., $e = 1.4$ 毫米,
 $D_1 = +7.5$ Dptr., $D_2 = -9.5522$ Dptr.,
 $r_1 = +69.33$ 毫米, $r_2 = +54.438$ 毫米,
 $D = -1.9862$ Dptr., $A'_2 - B'_2 = +0.004$ Dptr.。

41. 朋克塔透鏡中主射線方向之變化 在第 52 圖及第 35 圖中,若命 Z' 爲眼之旋轉中心,則旋轉眼時,視線之方向



第 53 圖

成 $Z'B$ 。但光線被透鏡折射，故與視線 $Z'B$ 一致之光線，應在 BA 之方向。

命 AB 之延長線與光軸相交之點為 B' ，命

$$\left. \begin{aligned} \angle BZ'X &= w', \\ \angle BB'X &= w, \end{aligned} \right\} \quad (40)$$

則通過眼鏡觀物時，應見相差 $w' - w$ 方向之物體。此作用稱為眼鏡周邊部分之稜鏡作用 (prismatic action, prismatische

Wirkung)

若以此種作用爲眼鏡周邊部分之缺點，實爲錯誤。蓋戴眼鏡者，在視場之周邊不能直接比較物側之方向與像側之方向，故不甚感覺此種誤差。僅在經過眼鏡瞄準之時，此種誤差方行顯出。

第六章

雙焦點眼鏡

42. 雙焦點眼鏡 近視眼患者，至五十五歲或六十歲止，不感覺老視之影響。漸感覺此影響時，必須備對於遠距離之眼鏡，及讀書用之眼鏡兩種。又縱在遠視眼患者，當其老年時，因眼之調節力衰退，故無論視遠距離時，與視近距離時，皆需矯正視力之眼鏡。

對於此種無論對遠或對近皆須矯正之眼，備兩種眼鏡，當視遠距離時與視近距離時，一一換戴，固為一法；但此實不堪其煩。尤其是一面視原稿一面演講之人等，更感不便。因之乃用雙焦點眼鏡(bifocal lens, Bifokalgläser)

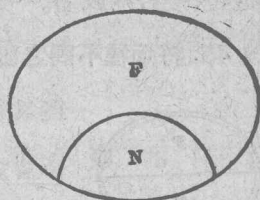
雙焦點眼鏡恰相當於同帶兩種眼鏡。只須略動頭及眼，即無論何處，皆能使用。

但在雙焦點眼鏡中，其對於遠距離之部分(略稱「遠部」)，與對於近距離之部分(略稱「近部」)之間，有境界線。此殊有使戴眼鏡者不愉快及步行時不便之缺點。所云步行時之不便，乃指通過近部視地板，臺階及步道而言。若通過對於30釐米左右之讀書距離矯正之透鏡視之，則在1米半左右之處，即難免

模糊。欲避免此缺點，必須將頭更爲傾俯，通過遠部視之。

43. 雙焦點眼鏡之光學的條件 雙焦點眼鏡，如前節所述，應由視遠距離之部分，與視近距離之部分兩者組成。其大體如第 54 圖所示，遠部 F 較大而近部 N 較小。

雙焦點眼鏡應具備下列之三條件，方爲光學的完全。



(a)遠部及近部之光軸，皆須通過眼之旋轉中心。

第 54 圖 雙焦點眼鏡之一例

(b)遠部及近部皆須除去像散現象，俾其映點成點。

(c)視線自遠部移向近部時，須無急激之變化。

但雙焦點眼鏡中，如下節所述，種類甚多，未必皆能滿足此三條件。

44. 雙焦點眼鏡之種類 雙焦點眼鏡由種種方法製成。大別之爲次之三類：——

(a)將對於遠距離之透鏡，及對於近距離之透鏡，切成適當之形狀，嵌入同一框中者。

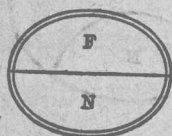
(b)透鏡普通由兩面所成。各表面爲一球面。此種透鏡，則爲一面有單一之曲率半徑，他面有遠部及近部各別之曲率半

徑者。

此種有二種曲面之面，稱爲雙焦點表面。

(c)將一枚透鏡，與同一玻璃材料或別種玻璃材料之另一枚透鏡，接合而成者。

45. 將兩種不同之眼鏡之部分嵌入同一框中者 此種眼



第 55 圖

鏡爲雙焦點眼鏡之最古者；乃 1784 年美國富蘭克林(Benjamin Franklin)所設計。蓋富蘭克林爲非常忙碌之人，行路時持讀書用與遠距離用兩種眼鏡，頻頻換戴，不堪其

煩。乃如第 55 圖所示，將半片遠距離用透鏡 F，與半片讀書用透鏡 N，合嵌入同一框中，製成眼鏡，備自己之戴用。第 56

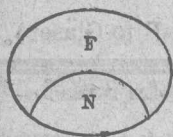


第 56 圖 富蘭克林所製

之雙焦點眼鏡之略圖

圖爲富蘭克林所製之雙焦點眼鏡之略圖。若依年代而言，則於 1760 年倫敦之皮耶斯(S. Pierce)眼鏡店，已曾製此種眼鏡。故雙焦點眼鏡發明之榮譽，應讓諸英國。

此種眼鏡，因遠部與近部各占半片，故而兩者之光軸一致。此種眼鏡之兩半片，皆能用『映點成點之透鏡』。且自遠部移向近部時，像無跳躍現象。蓋因通過光軸視時，透鏡不起稜



第 57 圖

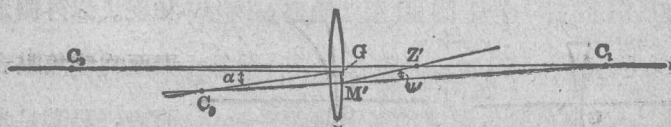


第 58 圖

鏡作用之故。故此種眼鏡，滿足第 43 節中所述之三條件。僅兩種透鏡片接縫之處，甚為顯目，不甚雅觀，及此處易積灰塵，為其缺點。

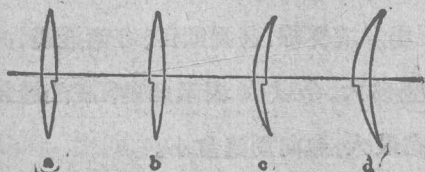
此種眼鏡尚未全廢棄，如第 57 圖之形式者，現今尚被採用。第 58 圖為其截面。

46. 有雙焦表面之雙焦點眼鏡 如第 59 圖所示，在兩凸



第 59 圖

透鏡中，能將其一面製成普通之球面，將另一面製成兩種各異之球面，以製雙焦點眼鏡。此種眼鏡，如第 60 圖(a),(b),(c),



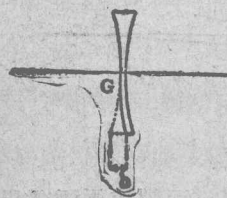
第 60 圖

(d) 所示，有四種形狀。其中 (c) 為最佳。即於凸透鏡之雙焦點眼鏡中，以近眼之表面為雙焦點表面者，為佳。

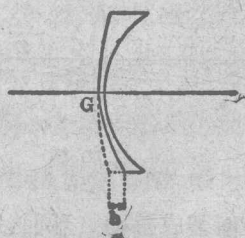
此種眼鏡由倫敦之猶尼拜福公司 (Unibifo Company) 製造, 稱為猶尼拜福眼鏡 (Unibifo glasses, Uni-Bifo-Gläser)。

在猶尼拜福眼鏡中, 普通近部之光學的中心, 在遠部之光學的中心之下方 6 毫米之處; 又近部之境界線之上端, 在遠部之光學的中心之下方 2 毫米之處。再者, 若近部之球面中心, 與眼之旋轉中心一致時, 則能滿足第 43 節之光學的條件之(a)。

以上為凸透鏡。至於凹透鏡之猶尼拜福眼鏡, 則恰與以上



第 61 圖



第 62 圖

相反。以外側之表面為雙焦點表面者, 易滿足光學的條件之(a)。故在兩凹透鏡, 則製成如第 61

圖; 在凹彎月形透鏡, 則製成如第 62 圖。

在此等透鏡中, 二視場之境界線, 甚為顯目。在凹透鏡, 此差在 G 處最小, 愈向周邊愈大。今以 h 表示此差, 在凸透鏡則與此相反, 此差在 G 處最大, 愈向周邊愈小。

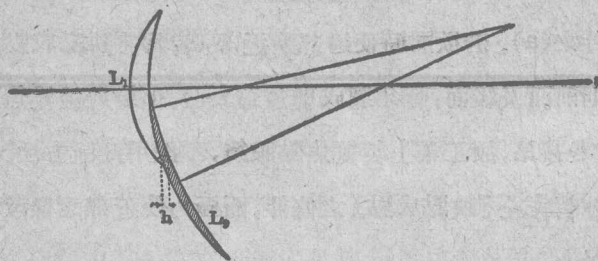
在此等形狀之雙焦點眼鏡中, 無滿足第 43 節之三條光學的條件者。如以上所述, 在凸透鏡, 能由適當選擇後面表面之

半徑，在凹透鏡，能由適當選擇前面表面之半徑，以滿足光學的條件之(a)。若欲同時使遠部及近部，皆為『映點成點之透鏡』，則前面及後面，皆須製成雙焦點表面。但製此種雙焦點表面，需費甚昂，故工業上製雙焦點眼鏡，不採用此種方法。捨去兩部分皆完全『映點成點』之條件，而極力使近部之像散現象減至最小。

47. 接合兩種玻璃所製之雙焦點眼鏡 製造雙焦點眼鏡之第三種方法，乃於對遠距離之透鏡上，接合一小透鏡，以此部分為對近距離之透鏡。此方法僅於近部在下方而甚小時用之。此種雙焦點眼鏡，較之前節所述之用雙焦點表面者，其製造遠較容易。此種雙焦點眼鏡，乃 1885 年至 1888 年間所發明。

此附加之透鏡，有用與對遠距離之透鏡之材料相同之光學玻璃者，有用折射率較大之玻璃者。

若附加之透鏡，乃用與對遠距離之透鏡相同之玻璃材料所製時，則如第 63 圖所示，僅互相貼着即可。圖中， L_1 為對遠距離之透鏡， L_2 為附加透鏡；其折射率，在 -0.5 Dptr. 與 $+0.5$ Dptr. 之間。附加之透鏡，如圖所示，僅用其一部分。光學的討論時，此近部可視為由一片玻璃所製。故此接合兩種玻璃所製之雙焦點眼鏡，自光學的見地觀之，與有雙焦點表面之雙焦點



第 63 圖

眼鏡，有同一之性質。因之亦難免有同一之缺點。

又附加透鏡之周邊，無論薄至如何程度，亦難免現出境界線。且接合劑熔化時，常有移動及脫落之患。

但此種眼鏡亦有甚優之長處。例如製法簡單，並無製雙焦點表面之技巧的困難。

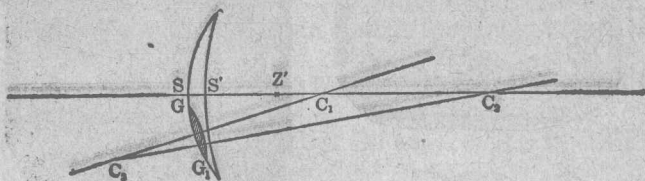
為保護附加透鏡計，最好貼着於對遠距離之透鏡之後面。如以前所述，光學的討論時，此為對於凸透鏡能行之方法。對於凹透鏡，則必須貼着於前面。

若附加之透鏡，乃用折射率較對遠距離之透鏡之材料大之玻璃所製時，則較之用同一玻璃材料所製時，更為重要。

在凸彎月形透鏡，欲使近部之集射作用增大起見，於遠部外側之表面，開一半徑極小之球形孔，於此孔中，嵌入用折射

率較大之玻璃所製之透鏡而熔着之（第 64 圖）。

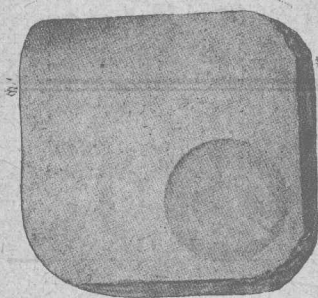
此種眼鏡，因遠部及近部，其前面之半徑相等，故嵌入附加玻璃時，表面不現高低。



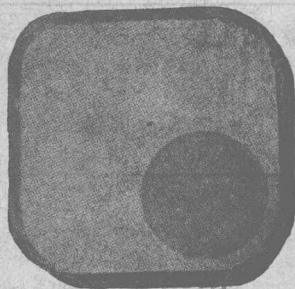
第 64 圖

若遠部之玻璃與近部之玻璃，其折射率相等，則中央之球面無折射作用。二玻璃之折射率之差愈大，則中央之球面之折射作用愈大。但近部對眼不共軸，故不能滿足光學的條件之 (a) 及 (b)。

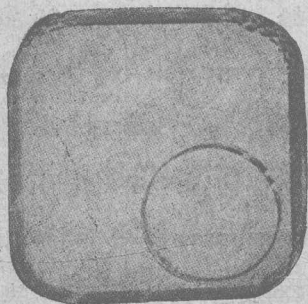
在製第 64 圖所示之雙焦點眼鏡，通常於直徑 50 毫米，厚 6 毫米之冕牌玻璃之一隅，挖一直徑約 25 毫米之球形凹穴，於其中用加拿大松杉皮油 (Canada balsam) 接合一用折射率更大之火石玻璃所製之透鏡，再研磨表面。通常所用之冕牌玻璃之折射率為 1.53；火石玻璃之折射率為 1.62。此種透鏡，德國稱為特勒吉克 (Telegic)，美國稱為克里勃托克 (Kryptok)。克里勃托克為 1899 年美國波希 (J. L. Borch) 所發明。



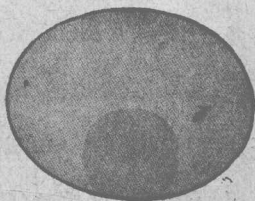
第 65 圖



第 66 圖



第 67 圖



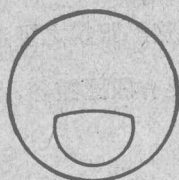
第 68 圖

若用圖表示此種眼鏡之製造程序，則如第 65 圖至第 68 圖所示。

此種透鏡，近部之直徑約為 18 毫米。但亦能隨需要製成 25 毫米。

此種透鏡之缺點，厥為現出色像差。乃用折射率較大之玻璃所製者，尤為顯著。且境界線易污。

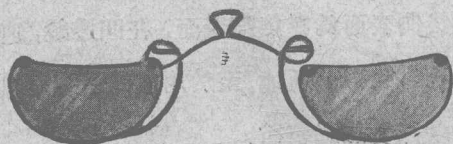
美國光學公司(American Optical Company)製有第 69 圖



第 69 圖
FUL-VUE Bifocal

所示之雙焦點眼鏡，稱為福爾威猶雙焦點眼鏡(FUL-VUE Bifocal)。普通在雙焦點眼鏡，如以上所述，在視近物與視遠物時，有物體跳躍之缺點。此處所述之克里勃托克透鏡，亦復如此。據該公司之廣告，則此種透鏡為業已除去稜鏡作用之最完全之雙焦點眼鏡。

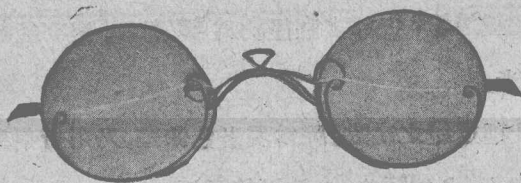
48. 戴二具眼鏡之方法 第 63 圖中，乃在一枚眼鏡上，更



第 70 圖

附加一小透鏡，以製雙焦點眼鏡。但此小透鏡，縱不用加拿大松杉皮油接合，隔開放置，亦能

有雙焦點眼鏡之作用。卡魯·蔡司公司將製成之第 70 圖所示之形狀之眼鏡，戴於已戴之眼鏡上，使起雙焦點眼鏡之作用。



第 71 圖

此種眼鏡，戴時如第 71 圖。

49. 亂視眼用雙焦點眼鏡 亂視眼用雙焦點眼鏡之製造法，與上述之雙焦點眼鏡不同。但此種眼鏡，製有種種種類，則與上述者相同。

在亂視眼用雙焦點眼鏡，近部與遠部之不同，為由球面而起之折射作用之大小，而非由方向而起之折射作用之大小。故將亂視眼用眼鏡之球面，製成雙焦點表面，即可製成雙焦點眼鏡。

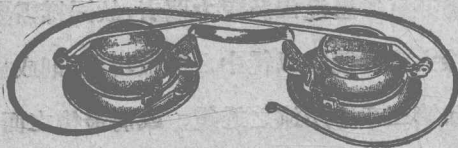
在凸透鏡，應選後側表面為雙焦點表面，在凹透鏡，應選前側表面為雙焦點表面，如以前所述。至於用環面所製之亂視眼用眼鏡，則可自由選擇雙焦點表面。

第七章

望遠鏡式眼鏡

50. 望遠鏡式眼鏡之目的 深度之近視眼，若用第一章及第五章所述之透鏡，則在周邊之視場，像散現象甚著。故須講求代替此等眼鏡良好方法。對於此種眼，計畫用具有望遠鏡一般之放大率之光具組，始於二百年以前。但彼時之光具組，視界甚狹，故未廣被採用。至近代，因眼雖旋轉，而眼鏡之位置固定不動，故眼鏡用透鏡，應滿足如何之條件，乃明白了解。因此機緣，德國卡魯·蔡司股份公司之馮·羅阿，乃計畫出適於深度之近視眼之望遠鏡式眼鏡 (telescopic spectacles, Fernrohrbrille)。

又望遠鏡式眼鏡，亦可用於視力弱者。蓋此種眼鏡，放大



映於網膜之像，故能增高視覺之功能。視力弱者，只須增高其全視力之半，即能視近距離無困難。若在

第 72 圖 用於視力弱者及深度之近視眼患者之望遠鏡式眼鏡

野外或室內迴視四周，則雖視力弱者，再低之視力亦已足夠。

51. 遠距離用望遠鏡式眼鏡 對於視力不弱而僅患深度之近視眼者，據哈魯台兒 (Hertel) 教授之研究，證明用 1.3 倍之眼鏡，最為適當。用 1.3 倍之眼鏡時，則映於網膜之像，約增大 30%。故由第 8 節所述之原理，甚易推測出戴此眼鏡時，相當於用手術將眼之睛珠移前 30%。此種之望遠鏡式眼鏡，能製對於視場 43 度左右補正者。

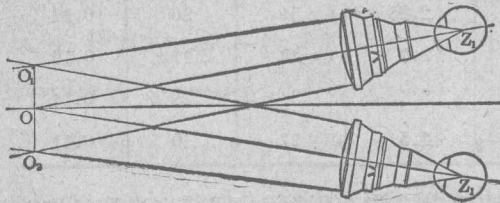
又對於視力甚弱以外，復患深度之近視眼者及對於患近視，遠視或老視而兼視力弱者則應用 1.8 倍之望遠鏡式眼鏡。當然此種眼鏡較之 1.3 倍者，視場狹小。

放大率為 1.3 倍之對稱於軸之望遠鏡式眼鏡，僅用於近視眼。所製為自 -6 Dptr. 至 -40 Dptr. 者。放大率為 1.8 倍者，則對於遠視眼，所製至 +15 Dptr. 止；對於近視眼，所製至 -40 Dptr. 止。

亂視眼患者中，應亦有兼患近視及視力弱者，故同樣需要望遠鏡式眼鏡。至於除去望遠鏡式眼鏡中之像散現象，則或於近眼之一側，附加一如第三章中所述之透鏡，或將最後之面，研磨成環面。

52. 近距離用望遠鏡式眼鏡 視近距離用之望遠鏡式眼鏡，在許多情況下，必須與遠距離用望遠鏡式眼鏡之構造不

同。在望遠鏡式眼鏡之構造關係上，若欲使青年人戴之可以讀書，則調節之範圍，尚嫌不足。故欲使視近距離之物體明瞭，必須於此眼鏡之物側，附加透鏡。又此種近距離用望遠鏡式眼鏡，如第 73 圖所示，左右兩眼鏡之光軸，必須相交於所視之物



第 73 圖 視近距離之物體用之望遠鏡式眼鏡之適宜之位置

體 O 之處。若不如是，則左右之共同視場，將太狹窄。於第 73 圖 O_1O_2 為兩眼同時所能見之物體之範圍。

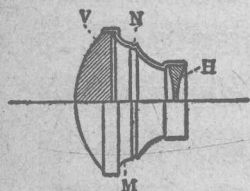
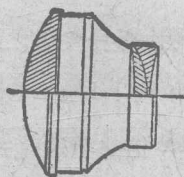
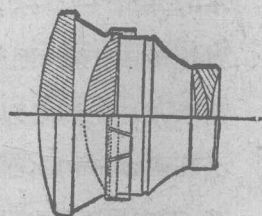
附加於望遠鏡式眼鏡之物側之透鏡，有 +2, +3, +4, +5, +6, +7, +8, +9, +10 Dptr. 九種。讀書距離，隨此附加透鏡之折射率而異。例如對於普通之讀書距離 33 釐米，25 釐米，20 釐米，各以用 +3, +4, +5 Dptr. 之附加透鏡為宜。又在視力非常弱，雖戴 1.8 倍之望遠鏡式眼鏡，尚須用放大鏡時，則宜用深度之附加透鏡。

視明視距離為 25 釐米，則附加種種之附加透鏡於 1.8 倍之望遠鏡式眼鏡時之放大率，如第 5 表。

第 5 表

物側之附加透鏡 (Dptr.)	放大率	近距離用 1.8 倍望遠鏡式眼 鏡之放大率	視 場 (毫米)	讀書距離 (釐米)	在下記之 視力時用
+ 3	0.73	1.35	90	33	0.37
+ 4	1.0	1.8	67	25	0.28
+ 5	1.25	2.25	54	20	0.22
+ 6	1.5	2.7	45	17	0.19
+ 8	2.0	3.6	34	12.5	0.14
+10	2.5	4.5	27	10	0.11

53. 望遠鏡式眼鏡之構造 望遠鏡式眼鏡之光學的構造，如第 74 圖至第 76 圖所示。第 74 圖中，物鏡為大凸透鏡，與其相隔 1 釐米處，置一小凹透鏡為目鏡。即此眼鏡之構造，與伽利略望遠鏡同。

第 74 圖 放大率 1.3
之望遠鏡式眼鏡之透鏡第 75 圖 放大率 1.8
之望遠鏡式眼鏡之透鏡第 76 圖 於第 75 之透鏡
之物體側附有附加透鏡者

物鏡與目鏡之計算，係按使其合成之全組中，除去畸變，

除去視場中之色像差，除去斜光線之像散現象，以映點成點。

放大率 1.8 之望遠鏡式眼鏡，其光學的構造，如第 75 圖。其目鏡乃二枚相合而成。

又近距離用，附有附加透鏡者之構造，如第 76 圖。

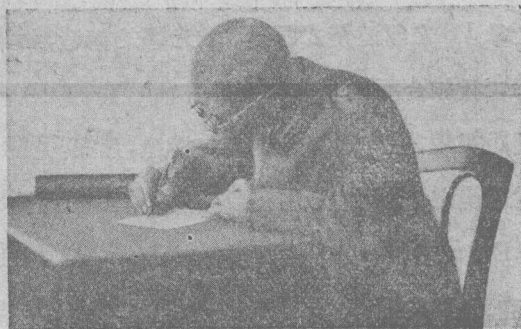
裝置透鏡之金屬物，乃用輕合金所製。其內面塗黑，以防反射。18 Dptr. 者，一枚計重 13 克。10 Dptr. 者，一枚計重 19 乃至 20 克。全體約為 40 克。連同附加透鏡，約重 53 克。

54. 望遠鏡式眼鏡之實用的價值 此種眼鏡之缺點，為視場狹窄。縱在深度之近視眼患者，戴普通眼鏡時，視場亦甚廣。例如戴 -15 Dptr.，對於直徑 29 毫米補正之近視眼鏡時，視場在目側為 60 度，在物側為 77 度。但在放大率 1.3 倍，-15 Dptr. 之望遠鏡式眼鏡，則視場在目側僅為 18 度，在物側僅為 20 度。在 1.8 倍，-15 Dptr. 之望遠鏡式眼鏡，則視場更小；在目側為 12 度，在物側為 9.2 度。

故在小視場即能滿足時，戴望遠鏡式眼鏡，則物像增大，易於觀看。但若戴之外出，則難免伴有幾分危險。故在要求大視場時，則應在眼所允許之範圍內，用放大率小者。

正視者戴放大率 1.8 倍，0 Dptr.（即對於無窮遠調節者）之望遠鏡式眼鏡，則視場在目側為 14 度，在物側為 8 度。與未

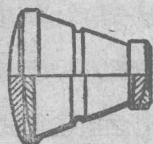
戴此眼鏡時相比，非常狹小。但有物像增大之利益。



第 77 圖

55. 放大鏡式眼鏡 與望

遠鏡式眼鏡相似者，有放大鏡式眼鏡 (magnifying spectacles, Lupenbrille)。此為正視眼者所戴之眼鏡，有增大物體距離——例如增至 25 釐米——之利益。



第 78 圖

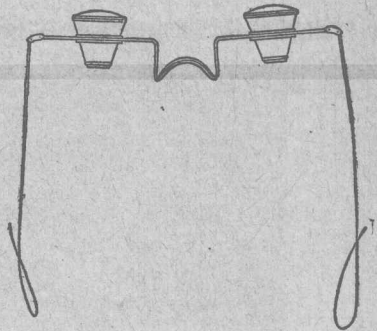
放大鏡式眼鏡之光學的構造

其光學的構造；如第 78 圖所示，乃組合對物之正透鏡組與近目之負透鏡組而成。普通將其附着於柄或裝置於架上用之。如第 79 圖之製成戴眼鏡者，略有過重之缺點。

放大率 3 倍，物體距離 25 釐米，映點成點之放大鏡式眼鏡，為最得良好批評之雙筒放大鏡。

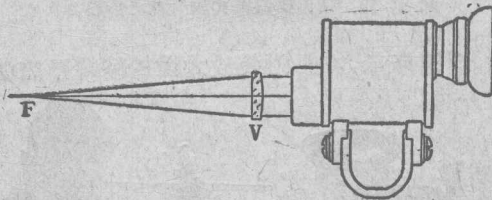
56. 望遠鏡式放大鏡

普通關於眼鏡之書籍中，多載有此種眼鏡，故此處亦對之略加敘述。望遠鏡式放大鏡 (telescopic magnifying glass, Fernrohrlupe) 乃組合放大鏡於稜鏡望遠鏡而成。其放大率，隨附加透鏡



第 79 圖 放大鏡式眼鏡

用為放大鏡時之放大率，及望遠鏡之放大率而異。例如 10



第 80 圖 望遠鏡式放大鏡之構造

Dptr. 之透鏡，用為放大鏡時有 2.5 倍之放大率，再將其與 6 倍之望遠鏡組合，則放大率當再增加 6 倍，故成

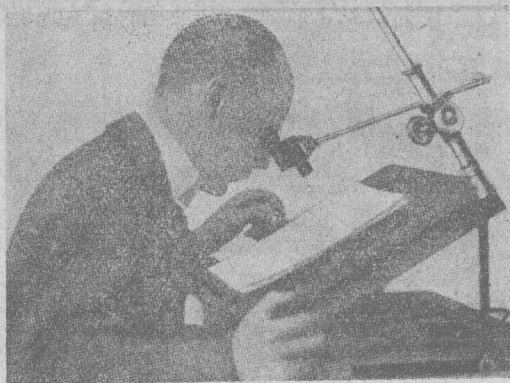
$$2.5 \times 6 = 15$$

15 倍。

此為計算之一例。望遠鏡式放大鏡，可製成 2 倍乃至 30

倍者。

此種眼鏡，其使用情形，如第 81 圖。



第 81 圖 使用望遠鏡式放大鏡之情形

又如第 82 圖所示，亦能附裝放大鏡於稜鏡雙筒望遠鏡而



第 82 圖



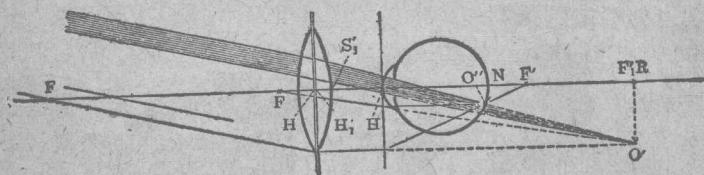
第 83 圖

用之。此種眼鏡之功用，仍為補助視力減退者之視力。此種眼鏡，由更換其附加透鏡，可變化其放大率；又因其實物距離亦大，故廣用於學術及工業方面，為檢查之要具。第 83 圖，表示用此種眼鏡視珊瑚之情形。

第八章

睛珠缺乏眼用眼鏡

57. 睛珠缺乏症 眼之睛珠，為無色透明之物質，成兩凸形，包以透明之被膜囊，由秦尼(Zinni)氏韌帶懸吊之。睛珠或睛珠囊中，若有溷濁時，稱為內白障(cataract, Katarakt)。由於內白障之性質，恆以手術摘出睛珠。此種狀態稱為睛珠缺乏症(aphakia, Aphakia)；此眼稱為睛珠缺乏眼(aphakic eye, linseloses Auge)。若睛珠囊破損，睛珠溶於水樣液中，由吸收而被取去後，亦成同樣之狀態。



第 84 圖 睛珠缺乏眼中遠距離物體之成像

因睛珠為眼之主要之折射體，故將其摘出以後，眼乃成深度之遠視，並失其調節力。若欲矯正之，須用深度之凸透鏡。此凸透鏡之度，隨睛珠摘出前眼之折射狀態而異。若以前為遠視，則須用深凸透鏡，若以前為近視，則用淺凸透鏡即已足。若

以前爲 10 Dptr. 之近視，則睛珠缺乏，眼成正視。

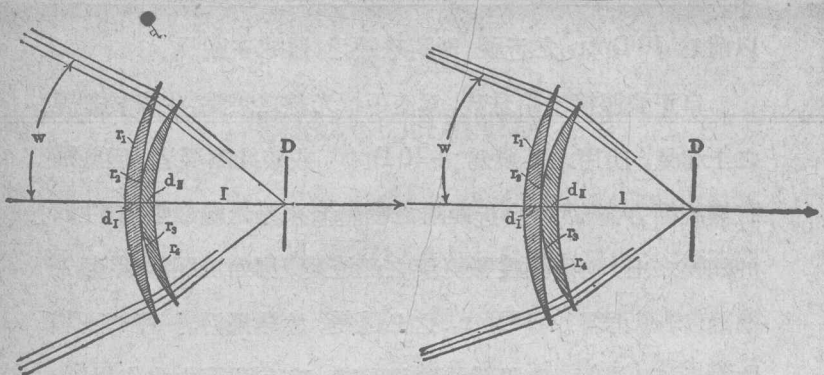
自正視眼摘出睛珠後，爲使平行光線之焦點，生成於網膜之上起見，所用之透鏡爲 +10 Dptr. 或較此略深者。因此種眼無調節力，若欲使自近距離之物體發來之光線之焦點，生成於網膜之上，必須用度數更深之凸透鏡。例如於距離 25 釐米處讀書，應再需 +4 Dptr. 之凸透鏡，故結果乃需一枚 +14 Dptr. 之凸透鏡。當眼鏡前後移動時，略有調節力之作用。

58. 睛珠缺乏眼用眼鏡 (cataract glasses, Stargläser)

第五章中所述之映點成點之眼鏡，僅能製成自 -25 Dptr. 至 +7.5 Dptr. 之折射率者。在普通之情形，此範圍已足夠。但在用於睛珠缺乏眼之眼鏡，則必須爲折射率自 +8 乃至 +16 Dptr. 者。故用一枚透鏡，不能製成視場寬廣而映點成點之透鏡。因此，卡魯·蔡司公司乃用下列三種方法，解決映點成點之睛珠缺乏眼用眼鏡。

(a) 用二枚彎月形透鏡之方法 第一種方法，如第 85 圖及第 86 圖所示，將二枚彎月形透鏡，在光軸上接觸，成大傾角，以完全補正入射之傾斜光線中之像散現象，或至少將其減小至可以省略之程度。

第 85 圖爲視遠距離用之眼鏡。其用折射率 $n_D = 1.61$ 之



第 85 圖

第 86 圖

玻璃時之表面之半徑，軸上之厚度及光闌之距離，如下所示：

$$r_1 = +43.0 \text{ 毫米,}$$

$$d_1 = 3.0 \text{ 毫米,}$$

$$r_2 = +68.2 \text{ 毫米,}$$

$$r_3 = +29.2 \text{ 毫米,}$$

$$d_2 = 3.0 \text{ 毫米,}$$

$$r_4 = +38.6 \text{ 毫米,}$$

$$l = +26.0 \text{ 毫米.}$$

其合成焦距為 91.43 毫米。因之折射率為 +11 Dptr。

第 86 圖為視距透鏡之第一頂點 30 釐米之物體用之眼
鏡。其與前者同樣用折射率 $n_D = 1.61$ 之玻璃時之表面之半

徑，軸上之厚度及光闌之距離，如下所示：——

$$r_1 = +46.04 \text{ 毫米,}$$

$$d_1 = 3.5 \text{ 毫米,}$$

$$r_2 = +95.64 \text{ 毫米,}$$

$$r_3 = +30.5 \text{ 毫米,}$$

$$d_2 = 2.8 \text{ 毫米,}$$

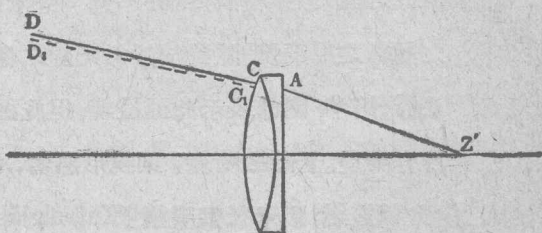
$$r_4 = +46.3 \text{ 毫米,}$$

$$l = +26.0 \text{ 毫米.}$$

其合成焦距為 69.98 毫米。即折射率為 +14.3 Dptr。

(b) 用接合透鏡之方法 第二種方法，如第 87 圖所示，為

用接合冕牌
玻璃及火石
玻璃之透鏡
之方法。此
方法能除去
色像差及像

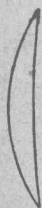


第 87 圖

散現象。據顧爾斯托蘭德(Gullstrand)之研究，色像差及像散現象之消除，必須就眼之旋轉中心 Z' 行之。於第 87 圖中，若命 $Z'A$ 為像側之主射線，則選擇表面之半徑及玻璃之種類

時，應使入射線中種種色光線，經此透鏡折射後，互相平行。故自諸色合成之物側之主射線，經折射後，成白色光 AZ' ，而達於眼之旋轉中心 Z' 。在實際之設計上，對於二色，可以完全達此目的。第 87 圖中， CD 表示紅色線， C_1D_1 表示藍色線。

(c)用非球面透鏡之方法 在上述之兩種方法中，因消除像散現象須增加透鏡之數，故重量亦增。此點對於戴眼鏡者，殊為痛苦。因此顧爾斯托蘭德乃設計一種睛珠缺乏眼用眼鏡；即製成單一之彎月形透鏡，將其表面磨成非球面，如朋克塔一般。



第 88 圖

此處所謂非球面，乃指與球面為同心的，而周邊略厚之面。但雖稱為厚，亦不過 1 毫米之若干分之 1 之極微之厚度。消除對於傾斜光線之像散現象，此已足夠。第 88 圖即表示此種透鏡。但此種透鏡中，多少伴有畸變。若除去畸變，則鏡形惡劣，故任其伴有畸變而使用。此種透鏡，以卡托辣眼鏡 (Katrallgläser) 之商品名發售。不過因研磨非球面時，工作上頗為費事，故此種透鏡，售價甚昂。

第九章

透鏡之研磨及檢查

59. 光學玻璃之檢查 眼鏡之透鏡，乃用光學玻璃所製。

雖亦有用窗玻璃等所製之極廉價之透鏡，但優良之透鏡，皆用光學玻璃製成。

光學玻璃製造者，在視為優良玻璃售出之前，恆行



第 89 圖 將玻璃之碎片置入鑄型中之情形

嚴密之檢查。將自熔解坩堝取出之玻璃塊，置入四角之鑄型中，再將其置於爐中熱之，成四角之玻璃塊。第 89 圖表示將玻璃之碎片置入鑄型之工作情形。圖中，桌下置有鑄型。此玻璃僅由鑄型鑄出，尙未滿足。更須充分燒勻之。

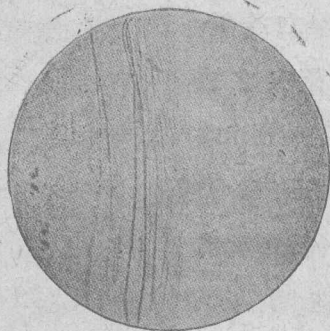
於是將燒勻之玻璃塊之橫方向之相對二面，略平行磨之，

使其透明。其狀如第 90 圖所示。若玻璃中有如第 91 圖所示之紋理時，則此玻璃成廢品。



第 90 圖 光學玻璃之紋理之檢查

經紋理之檢查合格之玻璃，再須用偏光檢查。若未充分燒勻，而光學玻璃之內部有應變時，則如第 92 圖所示，玻璃各部分之性質不同。若無應變時，則不呈如第 92 圖之狀。第 93 圖為檢查此種內部應變之儀器。電燈 L 之光，被黑玻璃製之曲面鏡反射，同時成偏光，自 X 射出， ∞ 達於 B。K 為會聚透鏡，用以聚集反射光，同時將其效大，O 為泥科爾稜晶，用為檢偏鏡。此時黑玻璃

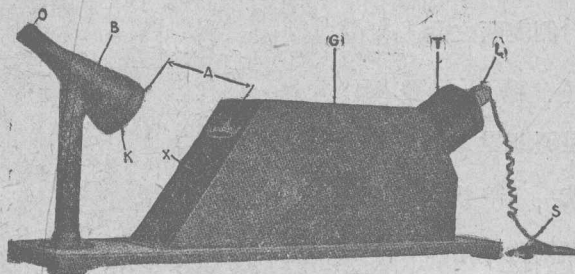


第 91 圖 光學玻璃中之紋理



第 92 圖 光學玻璃之內部應變

製之曲面，則用爲起偏鏡。取去電燈 L，而置毛玻璃於其處，則可用日光檢查。被檢查之玻璃，置於 A 處中之能自 O 處明晰見像之位置。



第 93 圖 光學玻璃之應變檢查機

次乃檢定應變之檢查中合格之光學玻璃之折射率。透鏡之焦距及折射率，隨玻璃之折射率而異，由(1)式及(2)式即可判知。在朋克塔透鏡，折射率大之玻璃，用於製折射率大之透鏡，折射率小之玻璃，用於製折射率小之透鏡。

以上之手續完畢後，玻璃之準備即已完全。

60. 光學玻璃之切斷 在非家庭工業之範圍內，眼鏡之製造，皆相當的大量行之。將玻璃業者所供給之光學玻璃，按眼鏡之大小，適度切斷之，再去角製成圓形。在製朋克塔透鏡時，係將其置入大體具有朋克塔透鏡之內面之曲率之鑄型，將其置於特別之爐內，昇高爐中之溫度至玻璃柔軟爲止，使由其重

量，嵌合於鑄型中。因之玻璃之內面，成大體近於朋克塔透鏡內側表面之曲面。

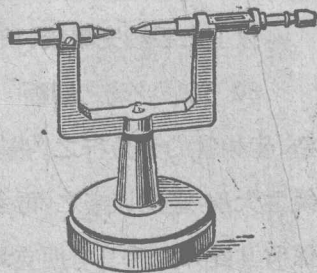
但似此置入鑄型製成一定形狀之玻璃，依然如第 92 圖所示，顯出應變。故必須再將其置入燒熔爐內燒勻，以除去由壓力所生之應變。此時再須行

厚度之檢定。檢定厚度時，用如第 95 圖所示之儀器。

61. 球面之研磨及檢查 於以上諸工作中合格之玻璃，乃送至研磨室。第 96 圖為卡魯·蔡司工場之戴眼鏡研磨室。如圖所示，



第 94 圖 玻璃切斷機

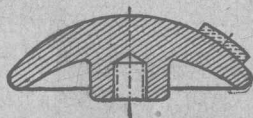


第 95 圖 透鏡之厚度檢定機

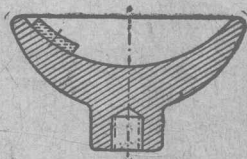


第 96 圖 卡魯·蔡司工場之戴眼鏡研磨室

此室中備有甚多凹及凸之研磨皿——亦稱研磨器(tool)。研磨皿皆為鐵製，其表面為球形。第 97 圖為凸面之研磨皿之斷面。第 98 圖為凹面之研磨皿之斷面。前者用以研磨透鏡之凹面；後者則用以研磨透鏡之凸面。



第 97 圖 凸面之研磨皿

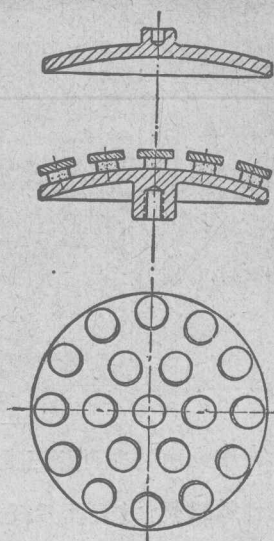


第 98 圖 凹面之研磨皿

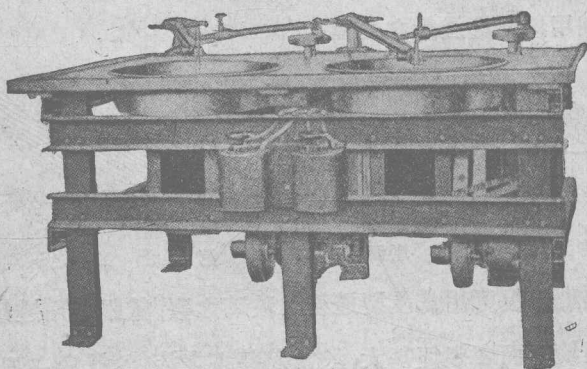
研磨皿復可用為置製透鏡之玻璃之臺。戴眼鏡用透鏡中，少數透鏡表面之半徑甚大，故常將甚多之透鏡，置於一皿中同時磨之。

研磨機中，有自動式與手動式。戴眼鏡之研磨，以用自動式者為主。第 100 圖為自動研磨機之一例；為雙聯式者。亦有六聯者及十聯者。在大工場，常運用此十聯者數架至數十架。

至於研磨之順序，則首先使透鏡之表面，有正確之半徑：於其半徑之皿中，塗以水及金剛砂行粗磨。粗磨完畢，再行細磨：製就瀝青之球面，塗以水及氧化鐵磨之。



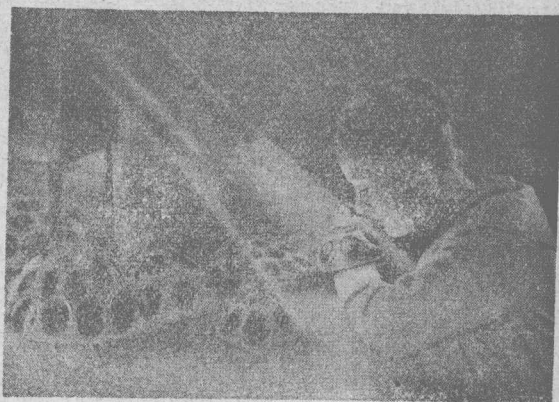
第 99 圖



第 100 圖 雙聯自動研磨機

細磨終了，乃洗淨表面，如第 101 圖所示，用放大鏡行表面檢查。如圖中所示，凸面磨成無疵時，則工作已完一半。

於是乃將研磨畢之凸面，固着於與其相當之凹面之皿中，以研磨第二面。此時須將透鏡之厚度，磨



第 101 圖

至規定之尺寸。

用放大鏡檢查已研磨之表面之情形

檢查之結果，若第二面亦正確磨好，乃將透鏡自皿中取出。

1737 年，英之撒默爾·金克英斯(Samuel Jenkins)曾設計研磨正確之球面透鏡之機器。

此時透鏡之表面加工，亦已終了。於是將附着於透鏡上之氧化鐵及固着劑，細細拭淨，乾之，復細洗之。為周密起見，再細細檢查一次。乃作為賣品，納於倉庫中。

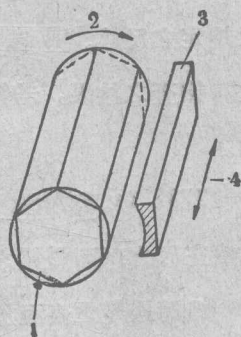
檢查時，當然亦須行焦距及折射率之檢定。有無應變，亦須用檢查機檢查。再須檢查表面之清潔，紋理及氣泡之有無，以及其他之缺點。復須行厚度之檢定。於表面之光學的中心，附以黑點為記。又因在亂視眼用透鏡，折射率隨方向而異，故於折射率最小之方向，附以記號。

最後乃將檢查完畢之透鏡，再一度拭淨，用紙包之，記入折射率 D ，裝入紙盒中，以備隨時可以發售。

62. 柱面之研磨法 磨球面時，可將球面之磨具，向各方向迴轉。磨柱面時，則不能如此。故磨柱面較之磨球面，更顯感困難。

磨柱面時，按下述之原理行之。

於第 102 圖中，1 為角柱體，其外側貼有玻璃，向以箭頭 2 表示之方向，迴轉於軸之四周。復使研磨皿 3，如箭頭 4 所示，向平行於角柱體之軸之方向，往復運動。由此法以研磨凸柱面。



應用此原理之研磨眼鏡用柱面透鏡之機器，如第 103 圖所示。

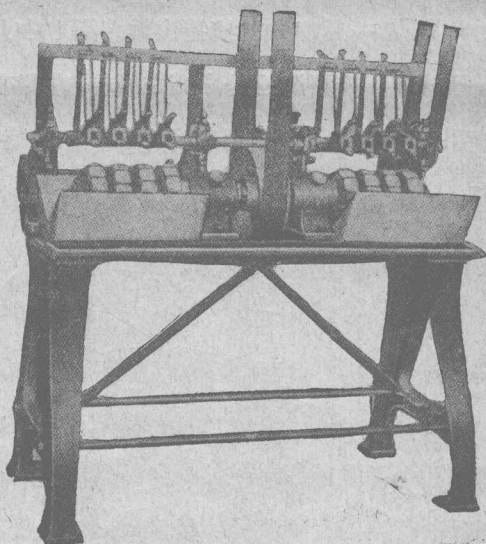
第 102 圖
磨柱面之原理

不過此乃研磨
半徑小者之機
器；研磨半徑
大者之機器，
其構造略異。

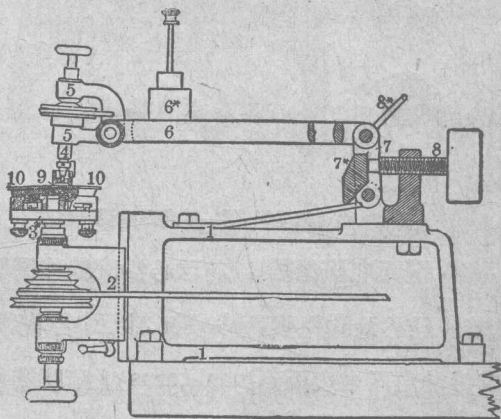
63. 雙焦
點眼鏡之研磨
機 第 46 節
中所述之猶尼
拜福眼鏡，乃
用第 104 圖所
示之複雜之機

器磨成。研
磨用具，置
於 9 處，玻
璃則置於
10 處。

普通則
用第 105 圖
所示之機

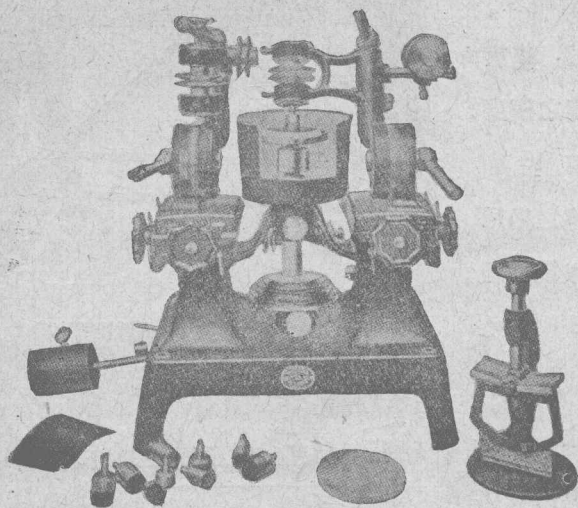


第 103 圖 眼鏡用柱面透鏡研磨機



第 104 圖 猶尼拜福眼鏡之研磨

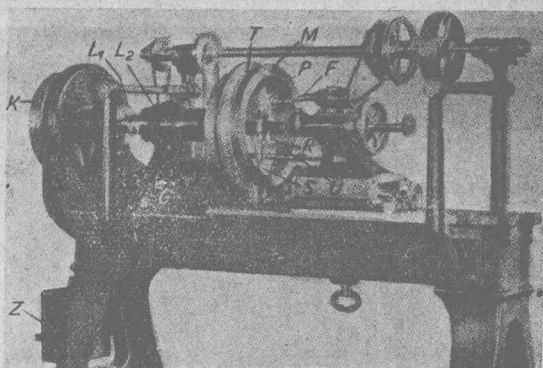
器。此機器，一見即知其構造複雜。圖之中央，為貼着玻璃之臺及研磨皿。研磨皿連於右側之槓桿。左側亦有同樣之槓桿。一側用以磨遠部；他側用以磨近部。研磨時，先磨近部後磨遠部。



第 105 圖 雙焦點眼鏡研磨機

64. 環面之研磨機 將球心沿直線移動時，則球面成柱面。若將球心沿圓周移動時，則成環面。若將球心沿螺旋移動，則成近於環面之表面 (Quasi-torus)。研磨機即應用曲面之此種性質而製。第 106 圖為研磨近於環面之凹面之機器。

大體知環
面透鏡之大小
後，首先製成
近於第 39 圖
或第 40 圖之
玻璃環，用金
屬環裝置於第



106 圖之 T

第 106 圖 近於表面之凹面之研磨機

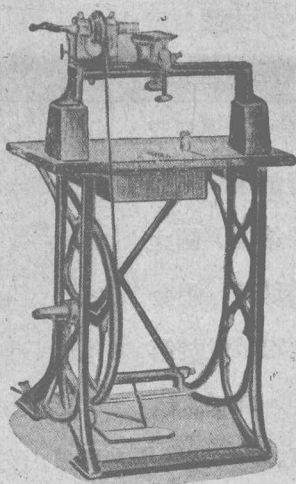
處。S 為研磨用之磨具。玻璃環繞轉於軸之四周時，同時復沿軸之方向，往復運動。磨具 S 繞轉於繞轉軸之四周時，同時復為如擺一般之往復運動。由此以研磨環面。行粗磨及行細磨，則與磨球面相同。

1854 年，英國之威廉·斯梯文司及其子，製成磨環面透鏡之機器。

65. 透鏡磨邊機 透鏡之研磨終了時，當已得形狀及焦距正確之透鏡。但邊緣尚未加工。

第 107 圖乃將透鏡之周圍，磨成圓形用最簡單之磨邊機。用足踏圖之下端平板狀之部分時，則輪迴轉，因之圖之上端之輪及其軸亦迴轉。今若將球面透鏡固着於此軸，而於右方

放置電燈或他種光源，若透鏡之光軸與迴轉軸一致，而光源亦在迴轉軸上，則自透鏡之表面反射之像之位置不變。若光軸，迴轉軸，光源三者之位置失準，則反射像閃動。故若尋出如上所述之反射像不動之位置，再於相當於平研磨皿之部分中，敷以金剛砂，而磨透鏡之邊緣時，即能將邊磨圓。



第 107 圖 乃以人力為動力之 第 107 圖 最簡單之磨邊機

最簡單之機器。以電動機為動力之機器，種類甚多。其將透鏡之周邊磨成橢圓形者，及磨柱面透鏡之邊者，乃自動式者。

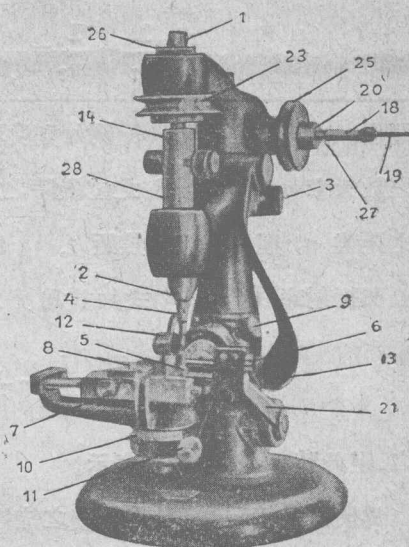
66. 眼鏡用透鏡穿孔機 在有眼鏡框之眼鏡，至前節所述之工作止，業已足夠。但在所謂無框眼鏡，則普通在透鏡上，必須穿鑿小孔。第 108 圖。即用於此目的之穿孔機 (drilling machine, Bohrmaschine für Brillengläser)。

圖中 1, 2 為旋轉軸。2 處裝置穿孔之金剛石。5 為置玻璃之臺。於平面玻璃或薄透鏡之邊穿孔時，可將臺 5 水平放置。於厚彎月形透鏡之邊穿孔時，則將臺略傾斜，使孔之方向

與邊平行。

孔穿至一半時，即將透鏡反轉，再自反面將孔穿通。

67. 透鏡之焦距及折射率之檢定 透鏡之焦距，不妨按製造廠家所標示者信任之。若為仔細起見而欲試行檢定時，則可按以下所述行之。



第 108 圖 眼鏡用透鏡穿孔機



第 109 圖 凸透鏡之焦距檢定法之原理

應用(4)式 最為簡單。於第 109 圖，取凸透鏡論之。命物體 A 之像為 A'，其放大率為 m_1 。命物體 B 之像為 B'，其放大率為 m_2 。命 A 與 B 間之距離為 a ，則由(4)式得

$$\frac{1}{m_1} - \frac{1}{m_2} = \frac{a}{f} \quad (41)$$

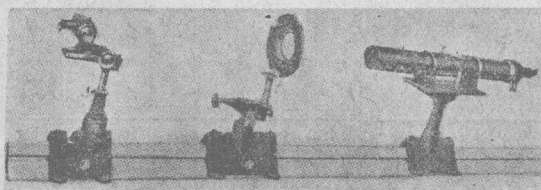
之關係。故若檢定物體——例如刻度玻璃——置於 A 之位置時之放大率 m_1 ，置於 B 之位置時之放大率 m_2 ，及 A 與 B 間之距離 a ，則可計算出焦距 f 。

又折射率 D ，由(2)式知其為 f 之逆數，故可由

$$D = \frac{1}{a} \left(\frac{1}{m_1} - \frac{1}{m_2} \right) \quad (42)$$

求之。但此時 a 必須以米表示。

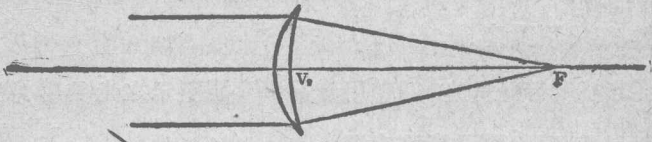
為使計算簡單起見，定物體之位置，使 m_1, m_2 為 2, 3, 4 等整數。行此實驗時，用第 110 圖所示之光具座，則殊便利。



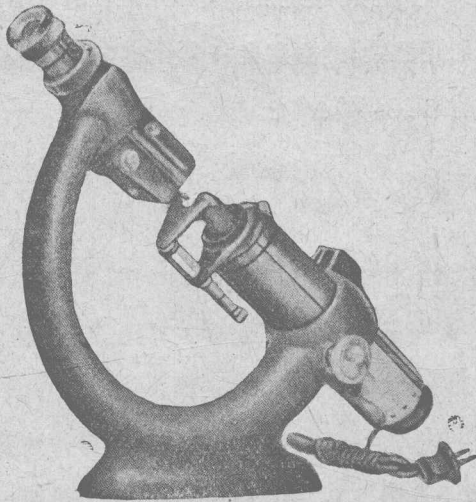
第 110 圖 光具座(optical bench)

在檢定凹透鏡時，則以凸透鏡與之相合，使呈正透鏡之作用。由合成之透鏡系之折射率中，減去所用之凸透鏡之折射率，即得凹透鏡之折射率。此計算可用(17)式算之。

68. 頂點度檢定機 在朋克塔等透鏡中，主點與頂點之距離甚大，故對於眼鏡用透鏡，必須用頂點度，已如第 12 節所述。故關於頂點度之檢定法，亦宜一述。



第 111 圖



第 112 圖 頂點度檢定機

正透鏡可以直接檢定，而負透鏡則須間接檢定，與前節所述相同。

在不須十分精密時，可取透鏡對太陽，察出太陽光線最爲會聚之處 F ，量出 V_2F 間之距離，因其爲後側焦距，故取其逆數，即得頂點度。

若精密行此檢定，則應用如第 110 圖所示之光具座。較此更便利者，則爲頂點度檢定機。

第 112 圖所示之頂點度檢定機，不僅可檢定球面透鏡，且爲可用於檢定亂視眼用眼鏡及稜鏡作用之便利儀器。在球面透鏡及亂視眼用眼鏡，能檢定自 $+20$ Dptr. 至 -20 Dptr. 止；在稜鏡，則能檢定至 10Δ 止。

第十章 眼鏡框

69. 單眼鏡 戴眼鏡之目的，在矯正不正視眼之視力。但不限定患者皆兩眼同為不正視。有一眼雖為不正視，而他眼為正視者。在此種情形，僅不正視之一眼所戴之眼鏡，稱為單眼鏡（monocle, Monokel）。

單眼鏡之框，極為簡單。由第 113 圖，即可明瞭。縱使無框，當然亦無不可。第 113 圖中為金屬框，上附細鏈。



第 113 圖 單眼鏡之一例

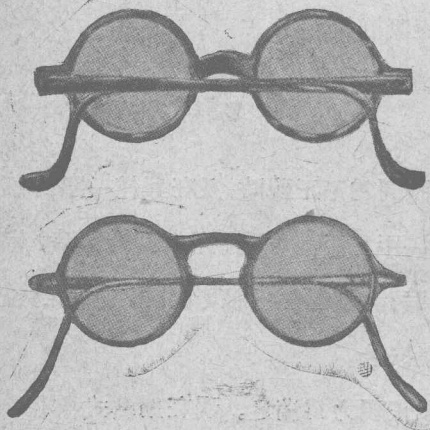
70. 眼鏡框 在兩眼同為不正視時，及在雖僅一眼為不正視，而於正視之眼上加一平行平面玻璃，用一對透鏡時，皆必需眼鏡框。在製眼鏡框時，必須考慮兩眼之距離，透鏡之大小，又必須使其恰可與鼻梁嵌合。

以前眼鏡僅以能矯正視力為滿足。現在則其式樣合宜與否，亦成重要之問題。

自金邊眼鏡出現，眼鏡之式樣，成爲眼鏡業者重要工作之一。據眼鏡業者之經驗談，來購買眼鏡之某階級，非常注意眼鏡框，眼鏡業者若不努力於眼鏡框之改良，則將失去貴客。

於 1919 年左右，在紐約，鼈甲邊之圓透鏡，占銷售額之四分之三，於是人造鼈甲邊，即賽璐珞製者，乃應時製出。當鼈甲邊暢銷時，不少以爲此不過一時的流行。但在今日，實已成不能搖動之趨勢。

又在鼈甲邊中，亦有特用色淡者，即黃色者。據云此乃爲避免邊呈黑色之故。當然其中亦有賽璐珞及假象牙 (zylonite) 製之人造鼈甲。



第 115 圖



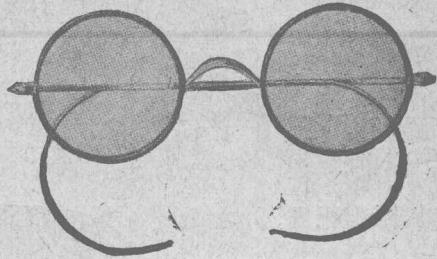
第 116 圖

用於製金邊之金，在西洋大抵爲十開金或十四開金。在日本爲十八開金。

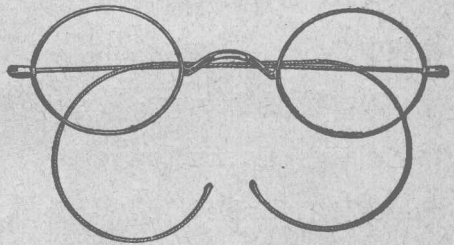
中心所用之金，則爲十開金或十二開金。

自第 114 圖至第 121 圖，乃取材於西洋雜誌中之廣告，錄之以示眼鏡框之種種式樣。

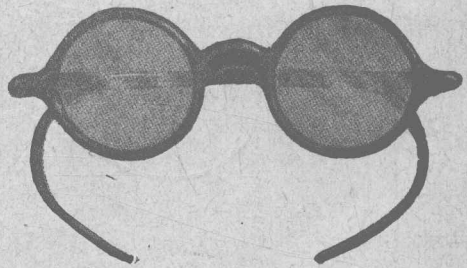
第 114 圖，框較粗爲其特徵。第 115 圖，橫梁附着較高，爲其特徵。蓋因夏季眼鏡之橫梁壓於鼻梁上，常使戴者之鼻梁生紅斑點而感覺疼痛，故將橫梁附着於屈之



第 117 圖



第 118 圖



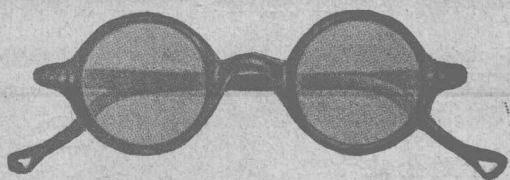
第 119 圖

上方，以免此
患。第 116 圖，
則更將框腳架
於太陽穴之上
方，以免眼橫

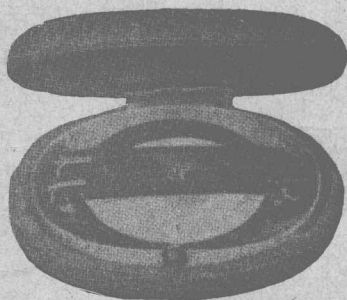
視時，障礙視場。

第 121 圖，可以折疊，
爲其特徵。折後可置於小
衣袋中。

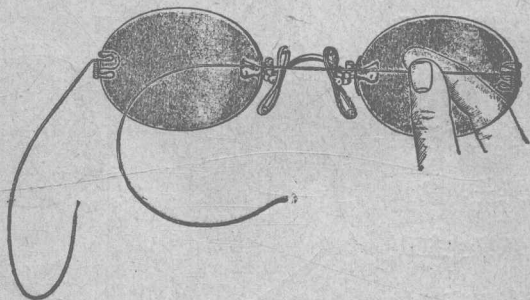
71. 無框眼鏡 (frame-
less glasses 或 rimless
glasses 或 “invisible” eye-



第 120 圖



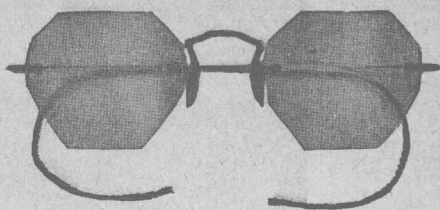
第 121 圖



第 122 圖 無框眼鏡

glasses; Gläser ohne Randfassung 或 randlose Augengläser) 如第 122 圖所示, 透鏡之邊緣, 不附鏡框者, 稱為無框

眼鏡。圖中所示為橢圓形之透鏡。在無框眼鏡中, 透鏡之形狀可以自由選擇。例如透鏡雖如第 123 圖所示, 為八角形, 亦無妨礙。此類眼鏡, 無妨礙視場之框, 為其特徵。



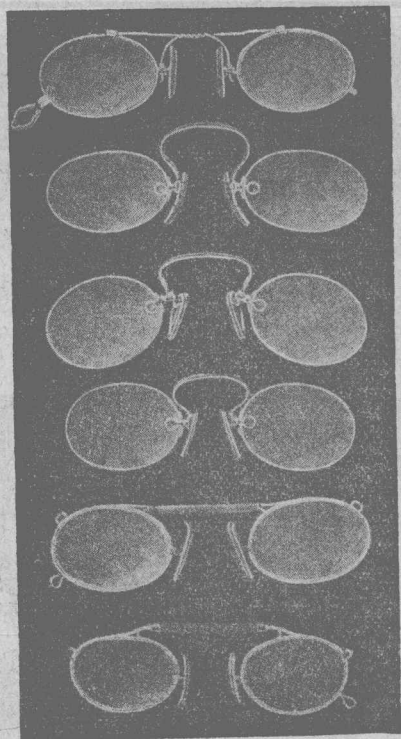
第 123 圖 無框眼鏡

72. 鼻眼鏡

如第 124 圖所示, 不戴於耳上而夾於鼻梁之眼鏡, 稱為鼻眼鏡。此類眼鏡中, 種類甚多。第 125 圖中, 即其數例。



第 124 圖 戴鼻眼鏡之圖



第 125 圖 鼻眼鏡之種類

第十一章

眼之視力檢查法

73. 直接法與間接法 在眼之視力檢查法中，有直接法與間接法兩種。直接法亦稱爲主觀的方法；乃檢查者向患者提出種種質問，信賴其答案而判斷之方法。用試視力表及用試視力用透鏡之方法，卽此類。

間接法亦稱爲客觀的方法；乃檢查者用器械檢驗患者之眼，由檢驗之結果而判斷之方法。用於此種檢驗之器械，爲檢眼鏡(ophthalmoscope, Ophthalmoskop 或 Augenspiegel)及網膜鏡(retinoscope)。

於間接視力檢查法中，最緊要者，厥爲照明。檢查必須於裝置有明亮之人工光源之暗室行之。而人工光源，以減色電燈爲佳。但據伏格脫(Vogt)之研究，則以爲除去紅色之光，最能現出眼底之構造。

74. 視力檢查之歷史 關於視力之問題，在紀元前 300 年左右由克利德(Euclid)時代，已起伏於科學家之胸中。但尙未使其實用化。於 1623 年，光學家達卡·德·瓦爾德斯(Daca de Valdes)曾用芥子以定近視眼之度。卽將芥子列成直線，使患

者自遠處逐漸挨近，至能見芥子爲止，而檢查之。

在今日則以能否看清張開 1 分角度之物，爲視力檢查之標準。最初發見此法者，爲英國之虎克 (Robert Hooke)。渠由天文觀察之結果，認知此法；於 1674 年，發表於學會。但當時並未引起一般人之注意。

因檢查視力之目的，而製作印刷品，實於 1816 年始於德國，於 1835 年，庫希勒 (Kuchler) 復將自曆書摘出之人，砲槍，鳥，獸等黑色繪畫，貼於厚紙而用之。彼復力說必須有物爲視力檢查之標準。

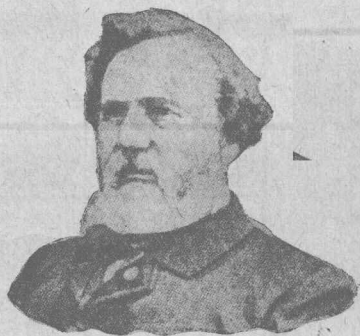
1854 年維也納之吉格兒 (Edward Jaeger)，及 1860 年英國之羅昂莫爾 (Longmore)，各曾作特別之試視力表。荷蘭之史納魯恩 (H. Snellen) 復將其加以改良，製成相當於唐德爾斯 (Donders) 之『1 分及 5 分尺度』之表。於是始有標準之試視力表。

75. 唐德爾斯教授 唐德爾斯教授爲十九世紀眼科學界中最有名之學者。今日眼科學之學生中，無不知彼者。

彼學醫於烏托來希脫大學。22 歲即任教師。2 年後，轉任母校烏托來希脫大學之解剖學及生理學之教授。此後因彼之研究，有赫赫之成就，於是烏托來希脫之小都市，乃成世界學

者之視線之集中點。

彼之研究，並不限於一局部。對於科學所有之部門，均曾研究。且均有有益之貢獻。而其對於眼科學之貢獻尤多。就中關於眼之調節及折射之研究，由彼始行完成。



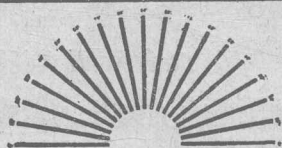
第 126 圖 唐德爾斯教授

彼不僅由蘊蓄之學問而有名，且有謙遜之美德，被崇敬為人格高尚者。據云某次於崇拜彼者讚嘆其發見亂視眼之功績時，彼曾謂：『亂視眼早已為人所知。予不過發見亂視眼患者而已』。又當彼達停年期，辭退大學教授之職時，於讚頌其功績而開之會中，彼曾答詞，謂『請毋述予之功績，而僅祝予之幸運』！

76. 用試視力表之方法 視力檢查法之最被廣用者，厥為用試視力表 (test card, Sehprobetafel) 之方法。第 127 圖為試視力表之一種。其最被廣用者，為史納魯恩所設計。

在 1868 年以前，無正視之標準。是年眼科學會議舉行於維也納。史納魯恩曾列席於此會議，被委託製作視力標準之文字。史氏之試視力表，即因此而製。氏為荷蘭之眼科醫生，為唐

01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
12					
15					
20					



第 127 圖 試視力表之一種

氏之後繼者。

史氏之試視力表，係自最小距離 3 米乃至 6 米之處所視之表。於白色之厚紙上，用黑色繪製羅馬字母及算學數字。文字之大小，有七種乃至八種。於文字之側，附寫 $D=6$ 或 $D=12$ 。線之粗細，則為文字之長度之五分之一。

$D=6$ 之文字，於 6 米之距離視之，張 5 分之角；而其線則張 1 分之角。故若能於 6 米之距離，看清此文字，則此眼之視力以 $6/6=1$ 表之；而此眼稱為正視眼。

又 $D=12$ 之文字，於 12 米之距離視之，張 5 分之角；其線張 1 分之角。故若能於 12 米之距離，看清此文字，則此眼為正視眼。若於 6 米之距離，不能識別 $D=6$ 之文字之眼，於同距離能識別 $D=12$ 之文字時，則此眼之視力，謂為 $6/12=1/2$ 。

同樣，若於 6 米之距離，對於 $D=6$ 之文字及 $D=12$ 之文字，皆不能識別，而能識別 $D=18$ 之文字時，則此眼之視力為 $6/18=1/3$ 。以下倣此。

史氏之試視力表，係以 6 米為最短距離而繪製。但因在房屋之關係上，有不能取 6 米之距離之時，故於 3 米之距離所視之 $D=3$ 之文字，亦印於表中。不過人類之眼，視近於 5 米之

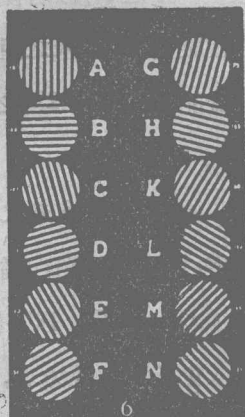
近距離時，眼之調節力易感疲勞，故務宜避免行 3 米距離之視力檢查。

用如第 127 圖所示之試視力表時，因文字之種類及位置，皆為一定，故有由記憶而猜度之弊。故不能視為真正之視力檢查。近來多用如 128 圖所示之文字，使被檢查者視之，指出何處為缺口，以行視力之檢查。此種文字之大小及線之粗細，照史納魯恩之試視力表之文字，同樣繪製。此種文字，乃 1888 年藍得爾特(Landolt)所倡。其後經 21 年，由國際眼科學會議，採用為標準國際試視力文字。



第 128 圖
試視力文字

77. 亂視用試視力表 檢查眼之亂視之狀態，用第 129 圖所示之特別之表。表中之圓，由向種種方向之直線所組成。於其側記明其線之傾角。若眼之某子午面不規則——即有像散現象——時，則向此方向之黑色與白線之境界，特為明晰。



第 129 圖

此表僅能適用於亂視之方向之

檢查。普通則用所謂聯合表 (combination cards, Kombinationskarte)。此種聯合表乃聯合第 129 圖之線，與類似 127 圖之文字所成。爲正確判定亂視眼之子午面之方向起見，眼鏡業者，咸推獎詹姆孫表 (Jameson's table, Jamesonsche Tafel)。此種表乃在圓板之周圍，自 0° 至 180° 止，刻劃度數。於刻度之圓弧之內側，有表面繪有平行直線之圓筒，可以旋轉。所繪之線，則繪成各種之粗細。

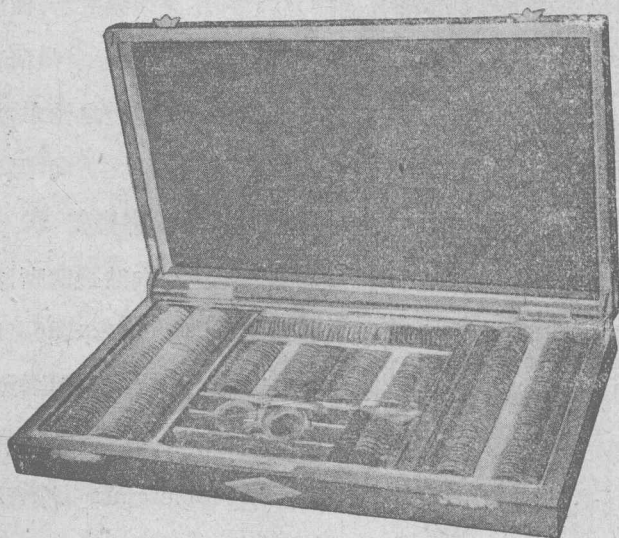
檢查者迴轉刻度圓弧內側之線畫時，亂視眼患者，僅於某一定位置，能明晰看清；過此位置，則復呈模糊。於最明晰之處，附以標識，書明矯正亂視所必要之柱面透鏡之軸之方向。此軸之方向，與詹姆孫表及其他表中所示之線之方向，互成直角。

例如於詹姆孫表中，將線置於水平之方向時最明晰，則柱面透鏡之軸之方向爲鉛直。又如第 129 圖 C 所示， 105° 度之方向之線最爲明晰時，則矯正亂視所需之柱面透鏡之軸之方向爲 15° 度。

78. 試視力用透鏡 (trial lens, Probierringlas) 檢查不正視眼之視力之目的，乃在於決定矯正不正視所需之透鏡之折射率。故亦可開始即試戴種種透鏡，以視試視力表，尋出最能

看清 D-6 之透鏡，用折射率與此相同之透鏡，製成眼鏡戴之。因此目的，球面透鏡+，一皆自 0.25 Dptr. 至 20.0 Dptr. 止，每隔 0.25 Dptr. 備一種；柱面透鏡+，一皆自 0.25 Dptr. 至 6.0 Dptr. 止；稜鏡則自 1 度至 20 度止；另備白色及各色平面玻璃；另附試視力用透鏡框等；全套納於匣子售賣。

眼科醫生或眼鏡商人，若用此以檢查患者之視力，則能得最適當之戴眼鏡之處方。然此種試視力用透鏡，價值甚昂。故



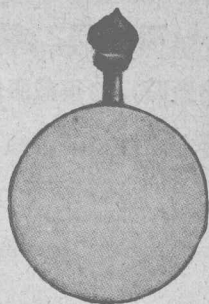
第 130 圖 試視力用透鏡匣

在學校之體格檢查，仍用第 127 圖所示之試視力表。

試取一枚透鏡視之，則如第 131 圖所示，附有金屬框，並記明度數。每種透鏡，皆備二枚。故圖中兩排並列。

在柱面透鏡，為標明其軸之方向計，於兩端附有印記。

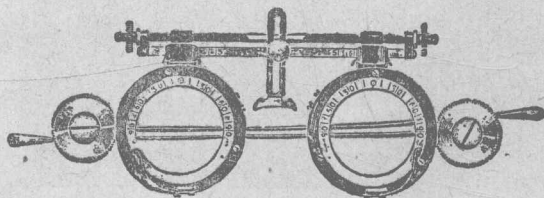
又在第 130 圖之試視力用透鏡匣 (trial case, Probiertgläserkasten 或 Probekasten) 中，納入有嵌透鏡之框。在非亂視眼，將透鏡嵌入如第 132 圖所示之框，戴之以視試視力表，即能作視力之檢查。因在尋出恰合於眼之透鏡以前，必須



第 131 圖
試視力用透鏡之樣片



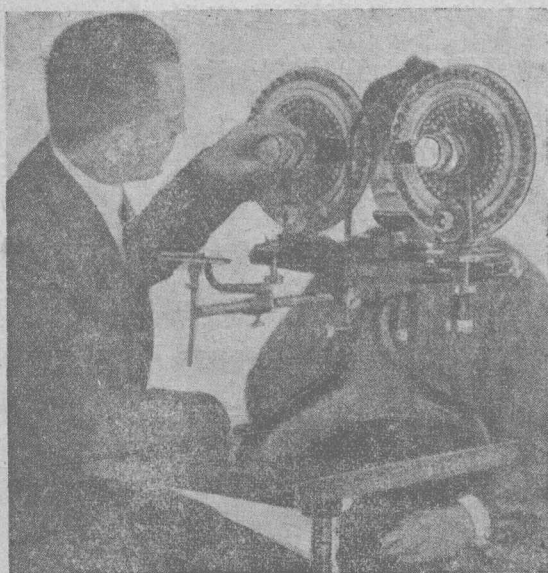
第 132 圖 試視力用透鏡框 (trial frame, Probiertfassung)



第 133 圖 亂視眼試視力用透鏡框

多次變換透鏡，故用如此簡單之框。在亂視眼用眼鏡，因柱面透鏡之軸之方向，最為緊要，欲尋出其軸，必須旋轉透鏡，故用如第 133 圖所示之複雜之鏡框。

79. 蔡司之試視力儀器 用前節中所述之方法，行視力檢查時，必須戴眼鏡框。此不特重於普通之眼鏡，且在尋出恰合之透鏡前，頗費手續及時間。因欲除去此等缺點而製之儀器，為第 134 圖所示之蔡司之試視力儀器（Zeiss Punktal-



第 134 圖 蔡司之試視力儀器

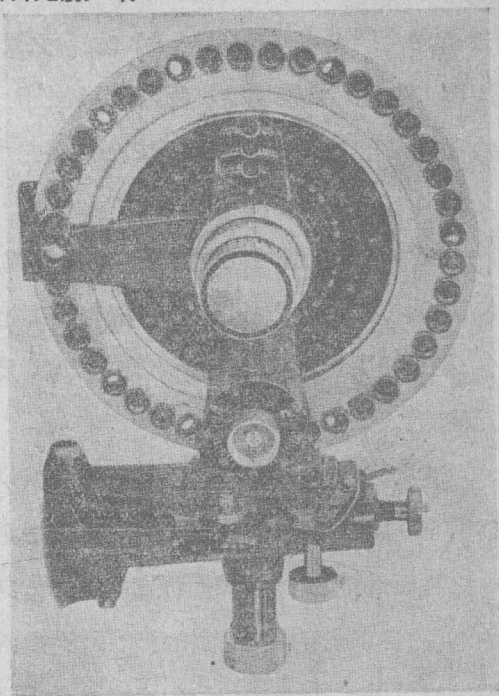
Sehprüfscheibe)。

試視力用透鏡，裝置於三枚金屬圓板之中。此等圓板，互相疊合，且能旋轉。故能容易移適當之透鏡於患者之眼前。透鏡之直徑，為 12 毫米，故通過透鏡之視場甚狹。但透鏡係用朋克塔透鏡，使不起傾斜光線之像散現象。

於三枚金屬圓板中，將球面透鏡及柱面透鏡，接近裝置，故定兩者合併之作用時，可省略兩透鏡間之距離不計。

用此儀器，可以非常精密行視力檢查，且可省時間與勞力。

用此儀器，能行自 + 20



第 135 圖 蔡司之試視力儀器

Dptr. 至 -30 Dptr. 之遠視及近視，及自 $+10$ Dptr. 至 -10 Dptr. 之亂視之檢查。

距被檢查者最近之圓板中，裝有偶數度數之球面透鏡，由第 135 圖之環(3)旋轉之。中央之圓板中，裝有奇數及分數度數之透鏡，由第 135 圖之環(2)旋轉之。第三圓板中，裝有柱面透鏡，由第 135 圖之環(1)旋轉之。(1)之周圍塗黃色，(2)之周圍塗青色，(3)之周圍塗紅色，使易於分別。各透鏡之中心，皆恰當窺視孔之中央。恰在眼前之各透鏡之度數，則現於檢查者之側。

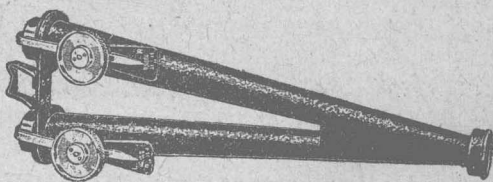
又將各圓板置於 0 之位置，亦頗簡單。即如第 135 圖所示，(1)，(2)，(3)之各環上，各附有小突起之處，將其轉向上方，對正讀度數之孔，則窺視孔之處，為 0 度之玻璃(即平面平行玻璃)。

其次，對於亂視眼，欲使柱面透鏡之軸合，必須旋轉，可旋轉第 135 圖之螺旋(4)。蓋若將(4)柄之指針，轉至 0 處，則所有之柱面透鏡之軸，皆與圓板之半徑之方向一致，而向圓板之中心。故自窺視孔視之，則軸為水平。又指針，則透鏡自 0 之位置繞轉 180° ；其軸仍為水平。介於二者中間之任意之位置，則軸對於水平，恰傾成所指示之角。

又人之兩眼間之距離各不同，故必須調節左右圓板之距離，使左右圓板之透鏡，恰當眼前。此時可旋轉第 135 圖之螺旋(5)。若同時試驗左右兩眼時，則可旋轉第 135 圖之螺旋(7)，以上下左側之圓板，使兩側透鏡之中心，皆當瞳孔之位置。

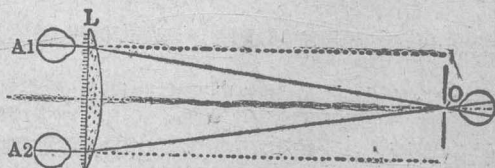
再者，對於近距離行視力檢查時，則用第 135 圖之螺旋(6)及柄(8)，以調節左右兩透鏡之光軸所成之角，使之相當於兩眼之軸所成之角。

90. 兩眼距離之檢定 在兩眼之眼軸正準之眼，其視無窮遠時兩眼之瞳孔間之距離，稱為兩眼距離 (interocular distance 或 pupil distance, Augenabstand)。因製眼鏡框時，必須使透鏡之光軸與眼之軸一致，故欲製準確之眼鏡，必須檢定戴眼鏡者之兩眼距離。



第 136 圖 兩眼距離檢定機

最簡單之方法，於如第 132 圖之試視力用透

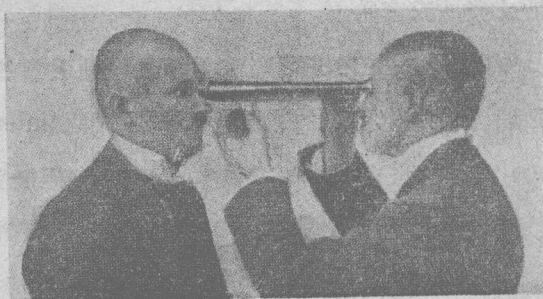


第 137 圖 兩眼距離檢定機之原理

鏡之框上，橫附一尺而用之。在用圓透鏡時，最能迅速定其大略。若欲正確檢定之，則用特製之儀器。此儀器稱為兩眼距離檢定機(interocular distance-meter, Augenabstands-Messer)。第 136 圖中所示，為卜希(Busch)公司所製者。第 137 圖，則示其原理。

第 137 圖中， A_1 與 A_2 為被檢查者之眼，在其前方，置有凸透鏡 L 。

O 為此透鏡之焦點 檢查者由此處之孔，以窺視被檢查者之眼。



第 138 圖 卜希之兩眼距離檢定機使用圖

使用此機時，將附有指針之側，對準下方，將機密架於被檢查者之鼻上，被檢查者則凝視 O 處之標線。近視眼者則戴眼鏡受檢查。檢查者旋轉指標之螺旋，使其恰當被檢查者眼之瞳孔之中央。於是自鼻之中央至左眼瞳孔及右眼瞳孔之距離，各現於刻度板上。故將其合計之，即得兩眼之軸平行時之兩眼距離。此即為視遠距離之眼鏡之透鏡中心間之距離。可由檢定所

第 6 表

對於遠距離用眼鏡及近距離用眼鏡之
兩透鏡中心間之距離

對於遠距離用 眼鏡之兩透鏡 中心間之距離	對於讀書用眼鏡之兩透鏡 中心間之距離	
	讀書距離25釐米時	讀書距離30釐米時
55 毫米	49.8 毫米	50.6 毫米
55.5	50.3	51.1
56	50.7	51.6
56.5	51.2	52.0
57	51.6	52.4
57.5	52.1	52.9
58	52.5	53.4
58.5	52.9	53.9
59	53.4	54.3
59.5	53.9	54.8
60	54.3	55.2
60.5	54.8	55.7
61	55.3	56.2
61.5	55.7	56.6
62	56.1	57.1
62.5	56.6	57.5
63	57.1	57.8
63.5	57.5	58.4
64	57.9	58.9
64.5	58.4	59.4
65	58.9	59.9
65.5	59.4	60.3
66	59.8	60.8
66.5	60.3	61.2
67	60.7	61.6

得之值，用第 6 表
查出讀書用眼鏡之
透鏡之中心間之距
離。

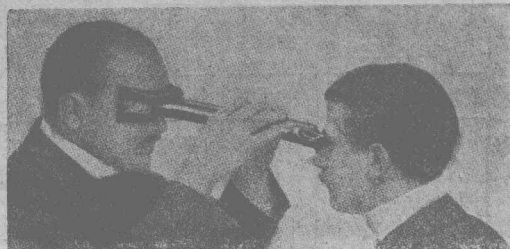
81. 蔡司之兩

眼距離檢定機 多
數之人，其鼻梁不
一定在中央。若欲
製恰嵌合之眼鏡，
必須對於此種不對
稱情形，加以考慮。
蔡司之兩眼距離檢
定機，恰使此種檢
定，成爲可能。

此種檢定機，
復能正確而且迅速
測定對於遠距離用
眼鏡之兩眼距離，
及對於讀書用眼鏡

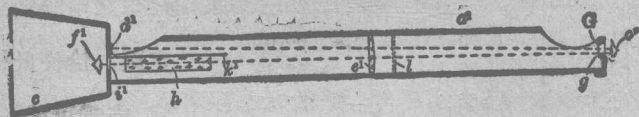
之兩眼距離。檢定之時，患者只須凝視標線即可。

第 139 圖，表示用此儀器檢定之情形。第 140 圖及第 141



第 139 圖 蔡司之兩眼距離檢定機使用之圖

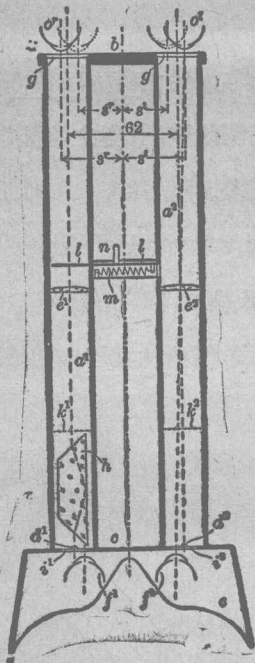
圖，表示其構造。圖中 a^1 與 a^2 爲管， e^1 與 e^2 爲透鏡，其焦點面在完全相等之標線 d^1 與 d^2 處，故在眼軸上遠距離處，能生成標線之虛像。被檢查者以左眼凝視標線 d^1 時，則此眼與



第 140 圖 蔡司之兩眼距離檢定機之構造

透鏡 e^2 之軸平行，故縱使此眼不在此透鏡之軸上，亦正對前方。僅患者之兩眼距離，大於或小於透鏡之光軸間之距離而已。

若檢查者推 n 向右侧，以 l 塞管 a^2 ，僅開管 a^1 ，則患者



第 141 圖 蔡司之兩眼距離
檢定機之構造

以右眼凝視標線 a^1 之像時，對於右眼，亦可適用同樣之方法。故在檢定患者瞳孔之位置前，係使其每眼單獨正向前方。

正對患者之鼻，於 b 之兩側，附有尺 g 及 G 。此等尺乃自 b 之中央向左右伸出者。故視遠處時， g 指示鼻梁之中央與各眼之瞳孔之距離；視近處時，則 G 指出同樣之距離。合計左右讀出之距離，各為遠距離用眼鏡及

讀書用眼鏡之透鏡之中心間之距離。

82. 檢眼鏡 廣義所謂檢眼鏡，乃指能看出眼之內部，尤其是網膜之光學儀器。自赫爾姆霍斯(Helmholtz)於 1851 年始製檢眼鏡以來，曾有種種之儀器發明，但皆不過



第 142 圖 檢眼鏡

將赫氏之檢眼機，改良其小部分而已。

類似檢眼鏡之儀器，在較此約前十年，曾由英人巴伯季 (Babbage) 發明。但因英國之醫生等，反對此發明，對之冷淡，而未採用。故此方面之發達，赫氏之功為多。

83. 赫爾姆霍斯 赫爾姆霍斯 (Hermann von Helmholtz) 與唐德爾斯同為築眼科學之基礎者。赫氏復於生理光學方面，開拓其新面目。氏生於1821年。於1842年得柏林大學醫學博士之學位。至1847年止，服役為軍醫。該年發表其有名之『能量不滅律。』1850年任克尼希斯伯魯希大學之生理學及病理學教授。翌年發明檢眼鏡。1858年應海得魯伯魯希大學之聘，於該校專研究生理光學。



第 143 圖 赫爾姆霍斯

1871年，應柏林大學之聘，任物理學教授，物理學教室主任，直至1887年轉任夏魯洛登卜魯希之國立研究所長止。歿於1894年。

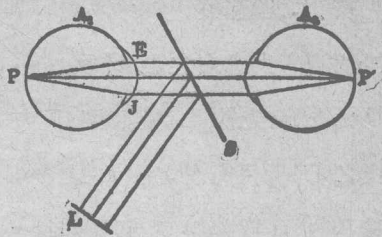
赫氏關於生理光學浩瀚之著作，世界大戰後被譯成英文，

益爲世人崇敬。

84. 藉檢眼鏡之方法 在無論何種檢眼鏡中，皆有二重要部分。即照明裝置與觀測裝置。照明裝置，乃將光送入眼中，使眼之內部之背景成爲發光的之裝置。

第 144 圖表示用檢眼鏡行視力檢查之方法。此方法乃赫

氏所設計。圖中， A_1 爲患者之眼， A_2 爲醫生之眼， S 爲置於二者間之平面玻璃。自光源 L 投來之光，一部分經平面玻璃 S 反射，平行於眼軸而進行，經



第 144 圖 檢眼鏡之原理

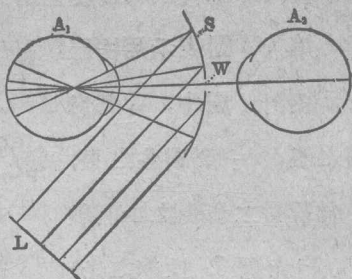
過患者之眼 A_1 之瞳孔 EJ ，若患者之眼 A_1 爲正視眼時，則會聚於網膜上之 P 處。投至平面玻璃 S 之光之殘餘部分，則透過玻璃，不射至患者與醫生之眼中。

自光源之各點射來之光，遇平面玻璃 S 時，不僅會聚於眼 A_1 中之 P 點，復照及其周圍，故其眼之網膜之一部分，恰如發光體一般。自此處折回之光，復經瞳孔 EJ ，射至平面玻璃 S ，一部分由反射復歸於光源 L ，其餘部分則經過玻璃板而射至醫生之眼 A_2 。醫生之眼若爲正視時，則 P' 處成鮮明之像。

此為最初用以組織的研究眼之內部之方法。

自赫氏發見此方法後，未幾魯愛特(Ruete)復設計經過眼之瞳孔，送光之他種裝置。此種裝置如第 145 圖所示。現今多用之為檢眼鏡。

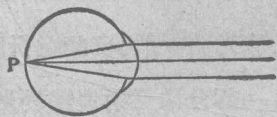
在第 145 圖中，S 為中央有孔之凹面鏡，其中心置於觀測者與患者之眼共同之眼軸上。自光源 L 投至凹面鏡之光，折入患者之眼 A_1 之瞳孔內，而照射眼底。觀測者



第 145 圖

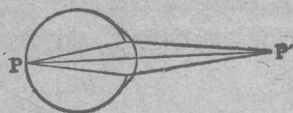
之眼 A_2 ，能由中央之孔 W，受自眼 A_1 之被照射之網膜折回之光線，以視眼 A_1 之眼底。

因患者之眼底，受檢眼鏡照射，若就自眼底反射而入於空氣中之光線考之，則此時網膜可視為發光體，故在未調節之正視眼，則來自網膜與光軸之交點 P 之光，通過角膜入於空氣中時，平行進行（第 146 圖）。在近視眼，則集於與 P 共軛之點 P'（第 147 圖）。在遠視眼，則向宛自虛遠點 P' 發出之方向發散（第

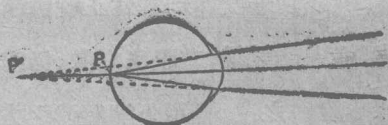


第 146 圖 正視眼

148 圖)。



第 147 圖 近視眼



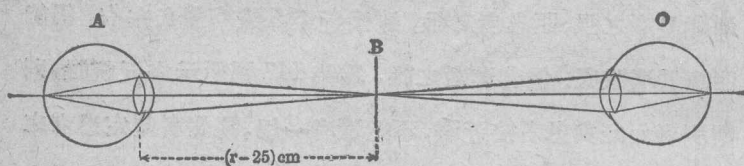
第 148 圖 遠視眼

此處假定觀測者之眼爲正視眼。故在患者之眼爲正視時，則觀測者之眼，距患者之眼，雖接近至 5 或 6 釐米左右，仍能明瞭看清眼底。但若患者之眼，爲第 147 圖所示之近視眼，則觀測者如此與患者接近時，不能看清一切。觀測者望定患者之眼，逐漸退遠，至約離 50 釐米左右，則眼底漸顯清晰。若於患者之眼底最顯清晰之位置，測出患者之眼與觀測者之眼之距離 r ，自 r 減去觀測者之明視距離 25 釐米，則知 $(r-25)$ 卽爲患者之眼之遠點距離。故若將此值換算爲米，而取其逆數，卽得矯正此患者之近視眼所必須之透鏡之折射率。又此時所成之像爲倒像。觀測者若將檢眼鏡略自眼離開，而將頭部左右移動，則像向反對之方向移動，故知其爲倒像。

又，若患者之眼，爲第 148 圖所示之遠視時，觀測者持檢眼鏡，於 30 釐米或 40 釐米之距離視之，則患者之眼底，頗明晰可見。像爲擴大而正立之虛像。觀測者若將頭部左右移動，

則見眼底之像亦向同方向移動。但患者之眼若為正視，亦呈同樣之現象。若欲區別其為正視或遠視，可於檢眼鏡之窺視孔之處，置一凸透鏡，若眼底之像，仍明晰可見，則為遠視。至於欲察出遠視之度，可用下節所述之方法。

第 149 圖中，A 為近視患者之眼，B 為其眼底之像，O 為正視之觀測者之眼。



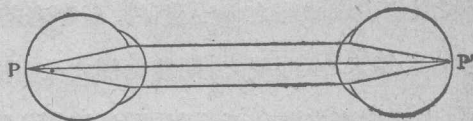
第 149 圖

85. 正立像眼底檢查法 (direct method of the ophthalmoscope 或 direct ophthalmoscopy, direkte Ophthalmoskopie) 持檢眼鏡行近患者之眼，而視其眼底時，則患者之眼之折射介質，為放大鏡之工作，此時眼底生成正立虛像。但此時所用，為第 144 圖所示之平面鏡。此檢查，在暗室中施行。光源則用特製為檢眼鏡用之燈。因務求得較大之網膜像起見，應充分放大瞳孔。

如前節所述，因網膜可視為發光體，若就自網膜與光軸之

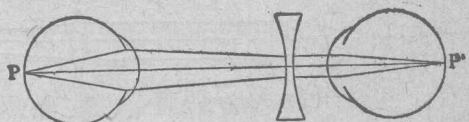
交點 P 發出之光考之，則在未調節之正視眼，光線出眼後，平行進行（第 146 圖）。在近視眼，則集於與 P 共軛之點 P'（第 147 圖）。在遠視眼，則向宛如自虛遠點 P' 發出之方向發散（第 148 圖）。

故若患者之眼，與觀測者之眼，皆為正視而皆未調節時，則觀測者之眼，如第 150 圖所示，能明瞭看清網膜之 P 點。但若在其他二種情形，則必須於患者之眼前，各置



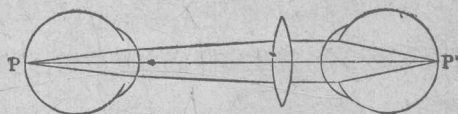
第 150 圖 正視眼

凹透鏡或凸透鏡，方可使自患者之眼所發出之



第 151 圖 近視眼

會聚光線及發散光線平行。而此等透鏡，必須選其焦點與被檢查之眼之遠點一致



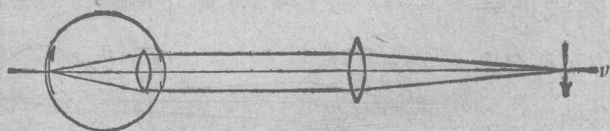
第 152 圖 遠視眼

者。在第 151 圖及第 152 圖，由置於兩眼間之透鏡之助，P 及 P' 成爲共軛焦點。如此，觀測者方能明瞭看清患者之網膜。

此檢查中所用之透鏡之折射率，等於患者之眼之折射率。尤其是此透鏡之頂點，被視為基準點。此方法為檢定折射異之度之極有價值之方法，頗應熟練。

86. 倒立像眼底檢查法(indirect method of ophthalmoscope 或 indirect ophthalmoscopy, indirekte Ophthalmoskopie) 此方法乃 1852 年魯愛特始發表者。如第 147 圖所示，近視眼能生成眼底之倒立實像，觀測者若使此倒立像在明視距離(25釐米)處而視之，則能由倒立像而檢查，如以前所述。

若被檢查之眼非近視眼，則如第 153 圖所示，苟於此眼前



第 153 圖

置一適當焦距——例如 5 釐米——之透鏡，亦能顯此作用。即眼與透鏡相合，能生成眼底之倒立像。此倒像可使之映於紙或毛玻璃上。

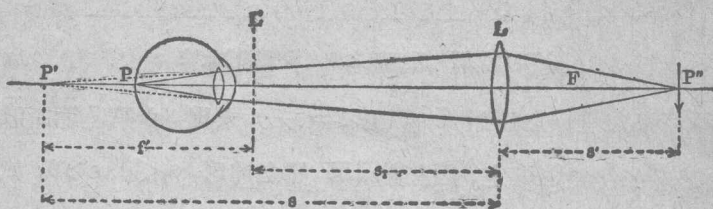
若就正視眼，遠視眼，近視眼分論此關係，則如下：

因自未調節之正視眼發出之反射光線，如第 146 圖所示，平行進行，故若於第 153 圖所示之位置，置一已知焦距之凸透

鏡，則於此透鏡之主焦點，生成眼底之倒立實像。

但反射光線自遠視眼發出時，則如第 148 圖所示，向宛自虛遠點 P' 發出之方向發散。故雖置凸透鏡於眼前，眼底之實像，亦不生成於其主焦點上，而生成於其前方。故透鏡與此實像間之距離，長於焦距。

於第 154 圖中，設 L 為用於倒立像檢查法之凸透鏡， f 為其焦距， F 為其主焦點之位置，則倒立像生成之位置 P'' 在 F



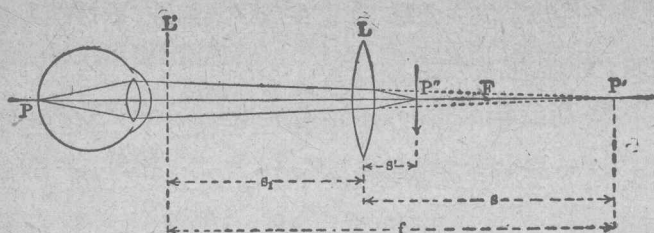
第 154 圖 遠視眼之倒立像眼底檢查法

之前方。由此方法，可測出 $LP'' = s'$ ，故可由 (3) 式算出 $LP' = s$ 之值。若 L' 為眼鏡用透鏡之位置，則亦可測出 $LL' = s_1$ 之值，故所求之透鏡之焦距 f' ，可由 $f' = s_1 - s$ 求出。

又反射光線自近視眼發出時，則如第 147 圖所示，會聚於 P' 點，故置凸透鏡於眼前時，則眼底之實像，生成於主焦點之內側。故透鏡與實像間之距離，短於焦距。

在第 155 圖中，與以前同樣，設 L 為用於倒立像檢查法

之凸透鏡， f 爲其焦點， F 爲其主焦點之位置，則倒立像生成之位置 P'' ，在透鏡與 F 之間。可以測出 $LP'' = s'$ ，而由(3)式算出 $LP'' = s$ 之值。又與以前同樣，亦可測出 $LL' = s_1$ 之值，

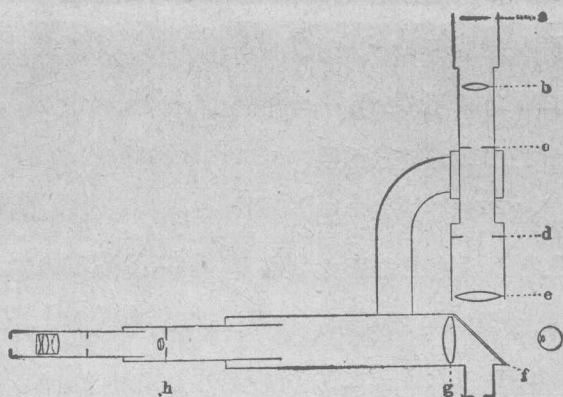


第 155 圖 近視眼之倒立像眼底檢查法

故所求之透鏡之焦距 f' ，可由 $f' = s_1 - s$ 求出。由第 7 節所述之 s 之符號之規定，因在第 155 圖之情形， $s_1 < 0$ ， $s > 0$ ，故知矯正此眼所必須之透鏡，爲凹透鏡。

87. 顧爾斯特蘭德之檢眼鏡 (Gullstrand's ophthalmoscope, Gullstrandsches Ophthalmoskop) 以普通之檢眼鏡檢查眼時，角膜之反射像顯明，殊爲妨礙。此乃因自光源送來，照射於眼之內部之光之一部，自角膜之表面反射，而入於觀測者之眼所致。此反射光線，不入於觀測者之眼之檢眼鏡，係按滿足以下三條件而設計。即：

(a) 患者之眼底與觀測者之眼底，必須共軛。



第 156 圖 顧爾斯特蘭德之檢眼鏡之構造

(b) 患者之眼之瞳孔，與觀測者之眼之瞳孔，必須共軛。

(c) 患者之眼之瞳孔，與照明裝置之入射瞳孔(entrance pupil, eintritts-pupille)，必須共軛。

滿足此等條件之精巧之檢眼鏡，曾被發明多種。現今則以顧爾斯特蘭德之檢眼鏡，最被廣用。

第 156 圖，表示顧氏之檢眼鏡之構造。第 157 圖，則表示其外觀。垂直部分為照明裝置。a 為涅恩斯特燈，b 為消球差之非球面透鏡，c 為細隙，此處生成光源之像。e 亦為消球差之非球面透鏡，使 c 之像，由透明之玻璃劈 f 之反射之助，生成於患者之眼之瞳孔在第 156 圖中，現於 f 之右側)上。f 製

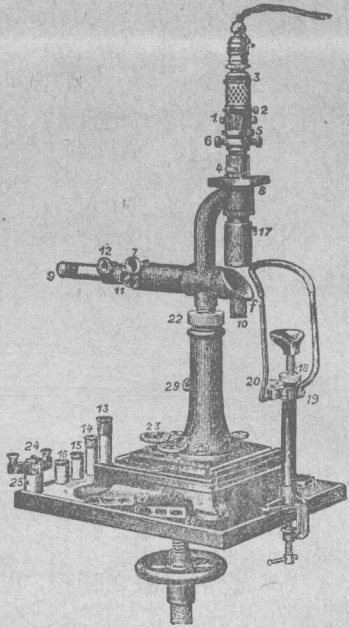
成劈形者，蓋欲使自此玻璃板之兩面反射而來之光，射於患者之眼之瞳孔之同一處。達此瞳孔之光，發散而照射眼底。水平部分則為觀測裝置。透鏡 g 與患者之眼之光組相合，如第 156 圖所示，於光闌 h 處，生成眼底之實像。此實像，用 h 左側之目鏡視之。

若細研究此檢眼鏡究滿足上述之三條件與否，則因患者之眼底之像，由 $g, h, 目$

鏡之三透鏡，患者及觀測者之睛珠，生成於觀測者之眼底，故第一條件業已滿足。

其次，因患者之眼之瞳孔之像，由透鏡 g 生成於 h 處，復由目鏡映於觀測者之眼之瞳孔上，故第二條件業已滿足。

最後，因患者之眼之瞳孔，與照明裝置之入射瞳孔 c 共軛，故第三條件，亦已滿足。



第 157 圖
顧爾斯特蘭德之檢眼鏡之外觀

在第 157 圖之檢眼鏡中，更換目鏡則可得 5 倍，9 倍，14 倍，29 倍，及 40 倍之放大率。

又此檢眼鏡之使用手續簡單。縱對於檢眼鏡之使用不熟練者，亦能明瞭看清眼底。

網膜之狀況，不僅可判斷眼之狀態，且可判斷患者之生理的狀態。故眼科醫生，往往於一定之徵候現出之前，發見患者身體某部之病狀。

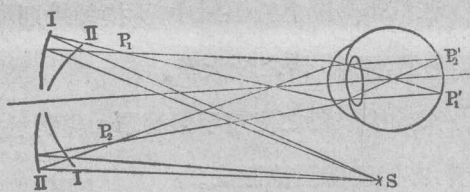
顧爾斯特蘭德 (Alvar Gullstrand) 爲赫爾姆霍斯以後，對於眼鏡光學最有功績之學者。



第 158 圖 顧爾斯特蘭德

88. 網膜鏡與檢影法 (skiascopy 或 shadow test 或 retinoscopy, Skiaskopie 或 Schattenprobe 或 Retino-skiaskopie) 網膜鏡之構造，類似簡單之檢眼鏡。其作用乃在使光斑在網膜內移動。第 159 圖中，眼表示患者之眼，S 爲光源。觀測者若使凹面檢眼鏡，保持 I 之位置，則光源 S 之像，生成於 P_1 。若患者之眼之調節適宜，則在網膜之 P' 之處，生成 P_1 之像。次由觀測者移動檢眼鏡，持之置於 II 之位置，則光源 S

之像，生成於 P_2 ，
更於網膜上之 P'_2
處，生成 P_2 之像。
若患者之眼，未對
於 P_1 及 P_2 調節，



第 159 圖 網膜鏡之原理

則 P'_1 及 P'_2 處之像，成爲明晰圓。同樣，若向與鏡之移動之
方向反對之方向移動光源，則患者之網膜上，仍生成光斑。

此時觀測者之眼中，因眼底反射之故，瞳孔呈赤色。用此
等反射鏡時，縱持鏡柄，垂直置鏡，最爲便利。若略轉鏡柄，則
鏡左右旋轉。左右旋轉鏡，使瞳孔僅一半被照射時，則被照射
之一半呈赤色，未被照射之一半呈黑色。故轉反射鏡之柄時，
則赤色之反射像，連同黑影旋轉。

此處之所謂影，乃指連接於網膜之被光所照之明亮部分，
之網膜之暗部分。此明暗之對照，甚爲明顯。照明愈強，則此對
照愈顯。故實際亮部與暗部，常一同存在。用此方法檢查，稱爲
檢影法。

反射鏡與黑影之運動之方向，有兩種情形：一種情形係反
射鏡自右向左轉時，影由觀測者視之，亦自右向左移動；另一
種情形，係與此相反，影自左向右移動。反射鏡與影之運動，究

爲一致，抑或反對，全繫於下之三事：

- (a) 被檢查之眼之折射狀態；
- (b) 所用之反射鏡爲平面鏡，抑爲凹面鏡；
- (c) 檢查者與被檢查者間之距離。

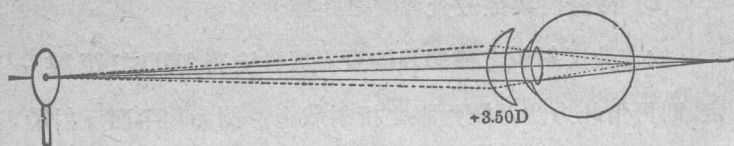
故若使反射鏡之種類及檢查者與被檢查者間之距離一定，則可由此方法，測知眼之折射狀態。例如用平面反射鏡，使檢查者與被檢查者間之距離爲1米，則在正視，遠視及1 Dptr. 以下之近視眼，影皆向與反射鏡相同之方向移動；在深於1 Dptr. 之近視眼，則影向與反射鏡反對之方向移動。

在前種情形中，若使患者戴 +0.5 Dptr. 之透鏡時，影之運動之方向不變，而使其戴 +1 Dptr. 之透鏡時，影之運動之方向變更，則患者之眼爲正視眼。

若使其戴 +1 Dptr. 之透鏡時，影之運動之方向依然不變，則患者之眼爲遠視眼。欲求出遠視之度，可於患者之眼前，戴一凸透鏡，求出逆轉影之運動之方向之最弱之透鏡，與不逆轉影之運動之方向之最強之透鏡。如使患者戴 +3.25 Dptr. 之透鏡時，影向與反射鏡相同之方向移動，而使其戴 +3.75 Dptr. 之透鏡時，影向與反射鏡反對之方向移動，則知矯正此眼之折射異常應須之透鏡，在 +3.25 Dptr. 與 +3.75 Dptr.

之間，即 $+3.50$ Dptr.。

此透鏡會聚自患者之眼發出之光線，結焦點於在 1 米距離處之檢查者之眼。第 160 圖之黑線，表示其光程。此時因相



第 160 圖

當於置患者之眼之遠點於 1 米距離處，故眼與 $+3.50$ Dptr. 之透鏡相合，相當於 1 Dptr. 之近視眼。故患者之眼，由

$$+3.50 \text{ Dptr.} - 1 \text{ Dptr.} = +2.50 \text{ Dptr.}$$

之計算，為 $+2.5$ Dptr. 之遠視。

同樣，若戴 $+4.0$ Dptr. 之透鏡時，影之運動之方向，始行變更，則患者之眼，為 $+3.0$ Dptr. 之遠視（因檢查者與被檢查者間之距離，使之為 1 米，故 $+4.0$ Dptr. $- 1.0$ Dptr. = $+3.0$ Dptr.）。

復設戴 $+0.5$ Dptr. 之透鏡時，影之運動之方向變更，則患者之眼，為 -0.5 Dptr. 之近視（與前相同，根據 $+0.5$ Dptr. $- 1.0$ Dptr. = -0.5 Dptr. 之計算）。

用如此之方法，能客觀的求得眼之折射狀態及折射異常

之程度。此方法最簡單，能用最廉價之儀，不使患者感覺疲勞困憊，而行觀測，為其特徵。又無論用正立像或倒立像檢查，觀測者之眼之折射狀態，皆有關係。而在此種檢影法，則無關係。

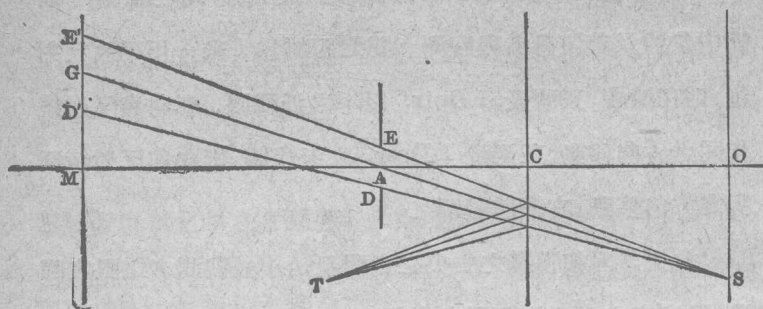
89. 檢影法中鏡之旋轉方向與影之運動方向之關係 前節中曾述及若使患者與觀測者間之距離為 1 米，用平面反射鏡，則在遠視，正視及 1 Dptr. 以下之近視眼，影向與反射鏡相同之方向移動；在深於 1 Dptr. 之近視眼，影向與反射鏡反對之方向移動。本節將證明之。

首先，因網膜鏡之中央之窺視孔，小於觀測者之眼之瞳孔，但尚未小至不能觀測患者顏面上之光斑之運動，故通過此窺視孔之光，可視為全部入於觀測者之眼中。

其次，自患者之眼底被照射之處，反射而經過前房液之光，經睛珠及角膜之折射，而入於空氣中。按眼球之光學的部分之作用，眼底之像，應生成於一定之位置。即，對於眼球之光學的部分，網膜與其像之位置，互為共軛。充分鬆緩患者之眼之調節，則此像之位置，為眼之遠點。遠點在光軸上之無窮遠處時，則患者之眼為正視。不一致時，則為非正視。在非正視中，遠點若在眼之前方之有限距離處，則為近視；若在眼之後方之有限距離處，則為遠視。此處揭示此事者，蓋因其在在本節

之證明中，殊為必要。

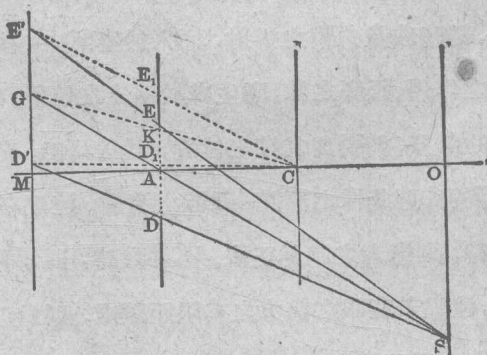
第 161 圖中，命 A 為患者之瞳孔之中心，C 為網膜鏡之窺視孔之中心，DE 為瞳孔之大，T 為光源，則不妨視光自對



第 161 圖

於網膜鏡對稱之位置 S 所發散。若以 M 表患者之眼球之光學的部分所成

之像平面之位置，則眼底之光學的像，為以 $GE' = GD'$ 為半徑之圓。因觀測者係由網膜鏡之窺視



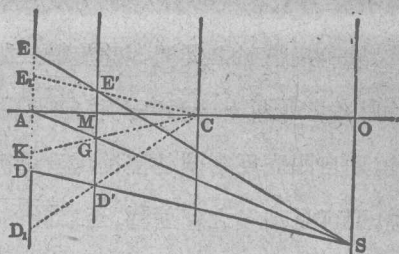
第 162 圖

孔視患者之眼底，而眼底與觀測者間，有睛珠及角膜等光學的部分存在，故實際可見 $D'GE'$ 。故自眼底之光學的像，射入觀測者之眼之光束，可由 $CD'E'$ 表示，而通過瞳孔平面之處，成爲以 $D_1K = KE_1$ 爲半徑之圓。

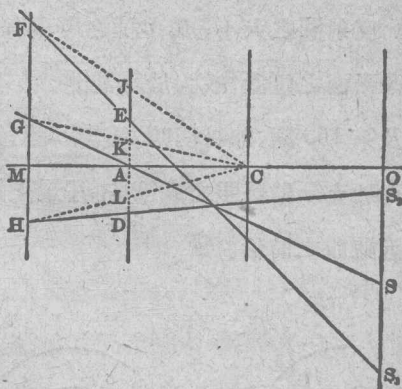
以上均視光源爲點。實際光源常有若干面積。今假定其爲

圓，於第 164 圖，以 S_1SS_2 表之。 S 爲 $S_1 S_2$ 之中央。因之眼底被照射部分之像，爲以 $GF = GH$ 爲半徑之圓。將其投影於瞳孔平面上，則爲以 $LK = KJ = r$ 爲半徑之圓。此圓稱爲眼底反射圓。

因瞳孔本來黑暗，故此明亮之眼底反射圓之一部分，若在



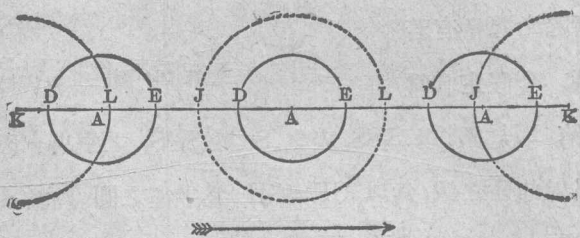
第 163 圖



第 164 圖

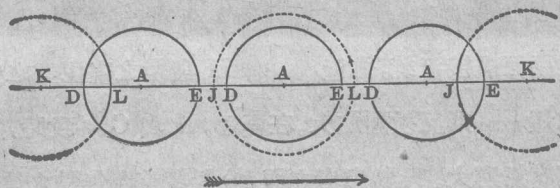
瞳孔之中，則能以置於網膜鏡之中心 C 處之觀測者之眼視之。故若沿縱軸之周圍，略旋轉鏡時，則首先使自鏡反射而映於患者之顏面上之光斑，移向眼端。若再轉鏡，使光斑移向瞳孔，則自眼底反射圓外接於瞳孔圓時，始見反射圓。至二圓相疊，則可見甚多之反射圓。至二圓內接時，所見最多。自此再轉鏡，則漸缺，終至不可見。

反射圓之大小，與多種之事項有關。若其他條件相同，則依像平面之位置，或大於瞳孔圓，或小於瞳孔圓。此由第 162 圖及第 163 圖，即可明瞭。第 165 圖，第 166 圖及第 167 圖，表示對於充分鬆緩眼之調節，不用矯正透鏡時之正視眼，遠視眼及近視眼之情形。



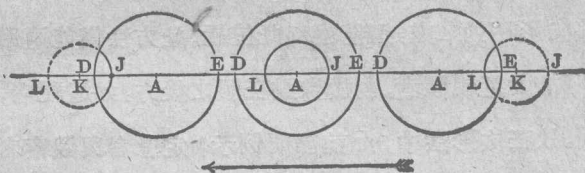
第 165 圖

正視眼於距離 1 米處觀測之情形



第 166 圖

+2 Dptr. 之遠視眼於距離 1 米處觀測之情形



第 167 圖

-2.5 Dptr. 之近視眼於距離 1 米處觀測之情形

映於患者之顏面上之光斑之中心，於第 162 圖，第 163 圖及第 164 圖中，雖未表出，但通過光源 S 與鏡之中心 C 之直線，與瞳孔平面相交之點 B，當傾鏡使光源 S 向 O 移動時，亦向瞳孔之中心 A 移動，自第 162 圖，第 163 圖及第 164 圖，即可明瞭，而像平面 M，不在 A 與 C 之間時，則反射圓之中心 K，亦向 A 移動。易言之，即向與光斑相同之方向——鏡之旋轉方向——移動。與此相反，若像平面在 A 與 C 之間時（第 163 圖），則反射圓之中心，向與鏡之旋轉反對之方向

移動。

像平面若接近鏡，愈近——即 M 與鏡之窺視孔之中心之距離愈短——則反射圓愈大。在極限， M 與 C 一致時，反射圓之直徑成無窮大。此即患者之眼，恰對鏡重合焦點之情形。此時雖旋轉鏡，反射圓應亦不動。故至少能理論的定此位置。有此種性質之像點 M 之位置，稱為中和點 (neutral point)。若持鏡移向影不動之處，則能察出此位置。此方法僅能適用於能接近像點，如近視眼者。對於像點在眼之後方，如遠視者，則不能適用。故在檢影法中，如前節所例示，定患者與觀察者間之距離為 1 米，使患者戴透鏡 逐次更換透鏡，以代變更距離，一行檢影法，以求出影不動時之透鏡之 D_{ptr} 。而視力矯正所必須之透鏡之折射率之計算法，則與前節所述相同。

檢影法用為診視折射狀態之臨床法，非常有用而且便利。在需非常精密時，則必須用其他方法，檢定其結果。

90. 角膜鏡 眼之角膜，不成球狀，為成亂視之原因之一。第 168 圖所示之角膜鏡 (keratoscope, Keratoskop) 為用於檢定角膜之曲率之最簡單之儀器，乃意大利之蒲拉西多 (Placido) 所設計。

角膜鏡，乃於直徑 9 吋 (228.6 毫米) 之厚紙，或金屬圓

板之中央，開一 $1/4$ 吋 (6 毫米) 之孔，用黑油漆與白油漆，於其上繪同心圓，再連一柄而成。此鏡亦稱蒲拉西多之圓板 (Placido's disk, Placidosche Scheibe)。

用此鏡以檢定角膜之曲率，法如以下所述。首先選定有充分露光之明亮窗戶之房屋。使患者背此窗而立。檢查者持蒲拉西多之圓板，面對患者，使自窗射來之光，由此圓板反射，而送入患者之眼。於圓板中央之孔，置一折光率 $+4$ Dptr. 之透鏡而窺視之，則能見自角膜反射之同心圓之像。



第 168 圖 角膜鏡

若角膜之曲率不正，則反射像不成完全之圓，規則正確之形。若角膜之曲率依斷面而



第 169 圖 角膜不正時之反射像



第 170 圖 角膜不正時之反射像

異，則反射像如第 169 圖所示，成橢圓形。若角膜為不規則形，則成第 170 圖所示之狀。在此後二種情形，顯然眼成亂視。

因用此鏡不能正確察出亂視眼之像散現象之方向，又不

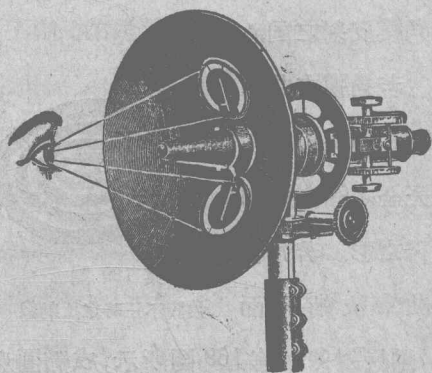
能察出此像散現象之程度，故不能推獎為精密儀器。但為迅速察知角膜之不正之良好方法。

91. 眼球計 眼之角膜，是否為球之一部，又其曲率半徑，是否隨方向而異，可用前節所述之角膜鏡檢查之。若欲更精密檢定，則用眼球計 (ophthalmometer 或 keratometer, Ophthalmometer 或 Keratometer)。近視眼及遠視眼之度，有客觀的檢定之儀器。同樣，眼球計為客觀的檢定亂視眼之儀器，能解決下列之三問題。即，能察出角膜中

(a) 像散現象存在否；

(b) 像散現象存在時，其最小之斷面與最大之斷面之方向，以及矯正此像散現象應需之透鏡之軸之方向；

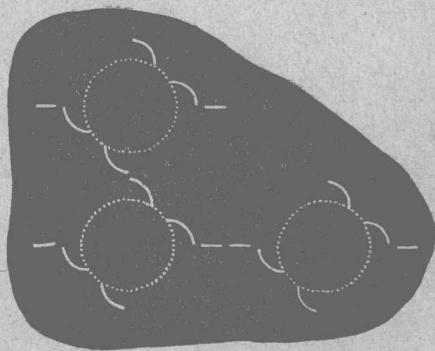
(c) 矯正此像散現象應需之透鏡之 D_{ptr} 數。



第 171 圖 舊式之亂視計

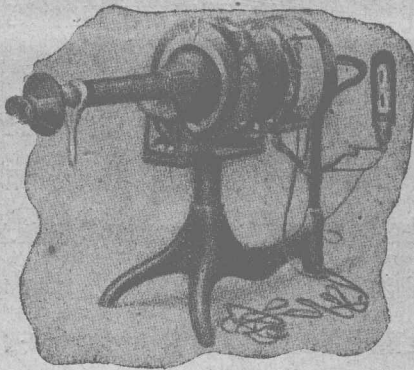
此眼球計之原理，如第 171 圖所示，使略成對稱形之白圖形，由角膜反射，將此圖形自垂直之位置轉至水平之位置時，觀察自角膜反射來其像之距離，究為一定與否。若角膜之曲率半徑，隨斷面而異，而有像散現象時，則其像之距離變更。

但若眼與此圖形之距離變更，則其像與像之距離變更。故在旋轉此圖形時，有改變眼與此圖形之距離之虞。故在第 171 圖所示之舊式之眼球計，其檢定差誤頗大。蘇特克利夫 (Sutcliffe) 因欲除去此缺點，乃用第 172 圖所示之圖形。不必旋轉圖形。一見即能檢定互成直角之二方向之曲率之差。第 173 圖，即蘇氏之眼球計。



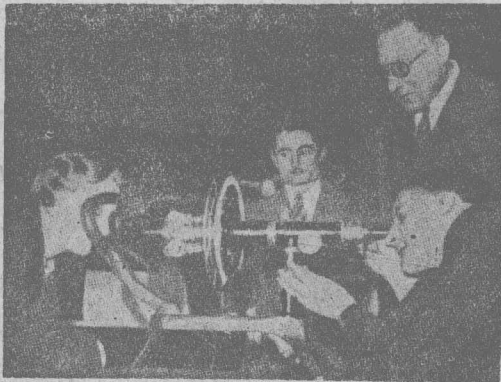
第 172 圖

蘇特克利夫之眼球計之圖形



第 173 圖 蘇特克利夫之眼球計

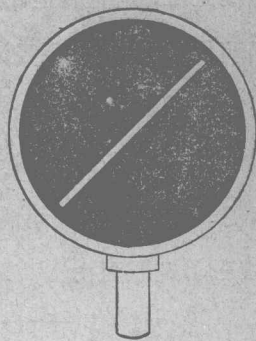
又第 174 圖中所示，乃 1932 年倫敦舉行之光學展覽會中所出品之眼球計，圖中表示實際行眼之檢查之情形。



第 174 圖 用眼球計檢查眼之情形

92. 細隙板 在普通之試視力用透鏡匣中，多納入第 175

圖所示之細隙板 (stenopaic disk, stenopaische Scheibe)。此細隙板外側之框，製成與試視力用透鏡同大。故能嵌入試視力用透鏡框中用之。細隙當然在直徑上。其幅為 1 毫米，長為 20 毫米。但亦有隨製造廠家而異其幅者。



第 175 圖 細隙板

若置此細隙板於眼前，則光僅於眼之一子午面之方向射入。例如橫置細隙時，則僅用水平子午面，而縱之方向，則全被遮蔽。

患者將此細隙板嵌入透鏡框之一端，用不透明之板遮蔽他端，而視懸於 6 米距離處之試視力表，同時旋轉細隙板。若無論細隙板在任何位置，視力皆無變化，則患者之眼非亂視。若與此相反，在某一方向及另一方向間，視力有變化，則患者之眼為亂視。

若為亂視眼時，將細隙板轉至最鮮明之位置。在此位置，假令患者之眼為 6/6，則在此子午面，患者之眼為正視。故若將細隙板自此位置轉 90 度，則在此子午面，視力較前位置為惡劣。但此可用適當之凸透鏡或凹透鏡矯正。若用相當於此凸

透鏡或凹透鏡之 Dptr. 之柱面透鏡，將其軸沿正視子午面之方向置之，則能矯正此患者之眼。但此時所用之試視力表，非亂視用者，而為近視及遠視用者。若用亂視用者，反不能得滿足之結果。

又亂視眼在某位置——例如細隙在縱位置，則視力最佳，但仍需 +1 Dptr. 之矯正，細隙在橫位置，則需 +2 Dptr. 之矯正時，此眼可由

$$\text{zyl.} + 1.0 \text{ Dptr. } 180^\circ \text{ } \odot \text{ } \text{zyl.} + 2.0 \text{ Dptr. } 90^\circ$$

矯正。即製成

$$\text{Sph.} + 1.0 \text{ Dptr. } \odot \text{ } \text{zyl.} + 1.0 \text{ Dptr. } 90^\circ$$

之透鏡即可。

93. 用檢影法之亂視之檢定 用檢影法檢查非亂視眼時，影之移動之方向，在眼之任何斷面，皆須一致。即縱持反射鏡之柄而自右向左轉鏡，影亦自右向左移動時，若橫持反射鏡之柄而自上向下轉鏡，則影必仍自上向下移動。

但亦有縱持反射鏡之柄，則影向與反射鏡相同之方向移動，橫持反射鏡之柄，則影向與反射鏡反對之方向移動之情形。在此種情形，則患者之眼為亂視。故用檢影法行眼之檢查時，不僅須按縱及橫二方向，置反射鏡之柄，且應置於二者間

之位置，方較安全。

因用角膜鏡之檢查，非常簡單。故可先行角膜鏡之檢查，而後再行檢影法。即在檢影法中，亦應首先按縱之位置持反射鏡之柄，以檢查眼之橫斷面。今以橫斷面與縱斷面為主斷面，又命檢查者與患者間之距離仍為 1 米。若於縱持反射鏡之柄之位置，自鏡之旋轉方向與影之移動方向，按與第 88 節同樣之方法，知用 +2.0 Dptr. 之透鏡時，影之移動之方向變化，則知在水平斷面，需要 +1.0 Dptr. 之矯正。同樣，若於橫持反射鏡之位置，試行同樣之檢查，知用 +4.0 Dptr. 之透鏡時，影之移動之方向變化，則知在縱斷面，需要 +3.0 Dptr. 之矯正。故知矯正眼鏡，應用

+1.0 Dptr. \ominus zyl. +2.0 Dptr. 軸(→)。

94. 睛珠之像散現象之求法 亂視之狀況，即眼全體之像散現象，已如以前所述，亦可用間接法求得，亦可用直接法求得。又角膜之像散現象，可用眼球計求得。故自前者減去後者，即為睛珠之像散現象。

例如，已知矯正某患者之眼之亂視所必需之柱面透鏡為 zyl. +2.50 Dptr. 135° ；又由眼球計測得之結果，知矯正角膜之像散現象所必需之柱面透鏡為 zyl. +1.50 Dptr. 65° ；則知

組合 $\text{zyl.} + 2.50 \text{ Dptr. } 135^\circ$ 與 $\text{zyl.} - 1.50 \text{ Dptr. } 65^\circ$, 即為矯正睛珠之像散現象所必需之柱面透鏡。

若按第 29 節, 將其換算為二柱面之軸互成直角之透鏡, 則因

$$D_1 = +2.50, \quad D_2 = -1.50, \quad \gamma = 70^\circ,$$

將此值代入(25)式計算之, 則

$$R = +3.77, \quad D' = +2.39, \quad D'' = -1.39.$$

用上式計算, 則

$$2\alpha = 115^\circ 11' 41''.$$

用下式計算, 則

$$2\alpha = 115^\circ 13' 23''.$$

其平均值為

$$2\alpha = 115^\circ 12' 32''.$$

故可得

$$\alpha = 57^\circ 36' 16''.$$

2α 由兩種計算法所得之值中, 有 $1' 42''$ 之相差者, 乃因計算 D' 及 D'' 時, 將小數點以下第三位, 四捨五入所致。

95. 斜視之檢查法 視無窮遠之物體時, 左右兩眼之軸不成平行之眼之狀態, 稱為斜視; 而縱在視近距離之物體時, 兩

眼亦不固視於同一物體。斜視眼之固視線，較標準眼之固視線偏向內側時，稱為內斜視；偏向外側時，稱為外斜視。亦有上下之斜視。

關於斜視之研究，近年非常發達。關於其症狀及原因，有豐富之研究。其分類多按上述二種。其檢查法亦有種種。本書因性質上之關係，僅述其二三。

(a) 用馬答克斯之雙稜

最近在斜視之研究上最有名之人物，厥為英國之馬答克斯 (Maddox) 及美國之史梯文司 (Stevens)。



第 176 圖
馬答克斯之雙稜

馬答克斯之雙稜 (Maddox double prism, Maddoxdoppelprisma), 如第 176 圖所示，

乃將二枚頂角 4 度之稜鏡，底與底相接，而嵌入檢眼鏡之框中所成。閉隻眼，而置此稜鏡於另一張開之眼之前方，例如視蠟燭之焰時，則焰呈二像。於是張開所閉之眼。此眼見焰僅一像。此像若恰在通過稜鏡所見之二像之中央，則眼非斜視。若不在中央，則為斜視。

(b) 用馬答克斯之圓柱 馬答克斯之圓柱 (Maddox rod, Maddoxzylinder), 乃裝置一透明或着色玻璃之圓柱於硬橡皮圓板上, 而將其嵌入與檢眼鏡一般大小之框中所成。

通過此圓柱而視點光源時, 則見與軸成直角之方向上, 彌漫漫射線 (diffusion line)。

若置此圓柱於隻眼之前, 則此眼見焰漫射成線。他眼見焰仍如本形。左右兩眼之像不同, 而不能將其融合視成一像。欲加強此作用, 可用紅玻璃製圓柱, 而用藍玻璃掩蔽他眼。焰應仍置於 6 米左右之處。



第 177 圖
馬答克斯之圓柱

先水平放置圓柱而視之, 若漫射線橫斷焰, 則非斜視; 若漫射線現於圓柱之同側, 則為內斜視; 若現於反對側, 則為外斜視。再加入稜鏡視之, 即能知斜視之分量。

又若縱置圓柱, 則能檢查上下之斜視。

(c) 史梯文司之眼轉計 (Tropometer) 史梯文司主張必須檢定眼之旋轉。其檢定儀器, 係一種望遠鏡, 使生成患者之眼之倒像, 而由置於其處之標度, 讀出旋轉之度。

第十二章

保護眼鏡

96. 保護眼鏡之種類 保護眼鏡，可分為用以防止雨，塵風，細破碎物等觸及眼者；用以減弱光全體，使眼避強光之照射者；及用以吸收照射於眼之光之光譜中之某部分者三種。

在第一種對於外部所來之攻擊而用之保護眼鏡，其所用之透鏡，以具有與平行平面玻璃相同之作用者為佳。故透鏡之表面之半徑，於(5)式中命 $f = \infty$ ，即可簡單求得。易言之，定 r_1, r_2 及 e 之值，使滿足

$$r_2 = r_1 - \frac{(n-1)e}{n} \quad (43)$$

即可。

保護眼鏡中，並不一定要用玻璃，亦可用水晶及賽璐珞等。

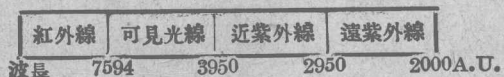
戴此眼鏡者，為石匠，汽車司機及飛行家等。

97. 緩和強光用之保護眼鏡 其次，冬季滑雪者，用以避免自雪反射之強光之保護眼鏡，航海者用以避免自海面反射之強光之保護眼鏡，汽車司機用以避免迎面而來之汽車車前

之燈光之保護眼鏡，以及用水銀燈等從事紫外線之作業者，用以避免有害之紫外線之保護眼鏡等，則屬於後二類。

十八世紀之初，用綠色玻璃爲此種保護眼鏡。十九世紀中葉，則用藍色玻璃，繼復用灰色玻璃。亦有併合藍色玻璃與灰色玻璃者。此乃用以減弱光全體之方法。最近，光之各波長對於眼之傷害作用之關係，漸被闡明以來，保護眼鏡用玻璃之研究，亦漸學術化。各應其目的之適當之保護眼鏡，現今已漸被製售。

98. 保護眼鏡之構造上之生理學的基礎 將太陽或電燈等光源之光，分析爲光譜，則可大別爲紫外線，可見光線及紅外線三類。吾人感覺光亮者，乃由於可見光線。感覺溫暖



第 178 圖

者，大部由於紅外線。紫外線則以化學作用爲其特徵；日常生活中，吾人雖不甚留意，但其有非常重要之作用，已漸明瞭。

吾人日常能見物體者，由於可見光線。但此必要之可見光線，若過強時，則眩耀目光，反致不能認清物體。故在此種情

形，必須緩和可見光線，使至不感眩耀之程度。

其次，紫外線普通皆對眼有害。此由臨床診視眼病患者，探索其受害之經過，及由動物試驗所得之結果，而證明。故在直視光源時，所用之保護眼鏡，必須為吸收紫外線者。

最後，紅外線在某種程度以上之強度，射及眼時，亦對眼有害。且紅外線亦可增紫外線之傷害作用。故在某種程度，吸收紅外線之物質，用作保護眼鏡，方為理想的，但在他種目的，縱不滿足此條件者亦無妨。

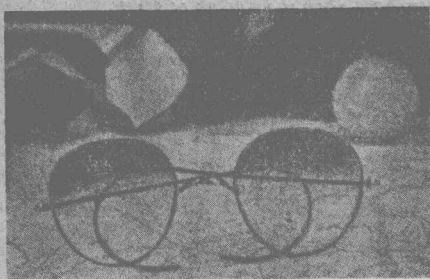
總括以上所述，則保護眼鏡用玻璃，若能滿足

- (a) 緩和可見光線，至不感眩耀之程度者，
- (b) 吸收紫外線者，
- (c) 務能吸收紅外線者，

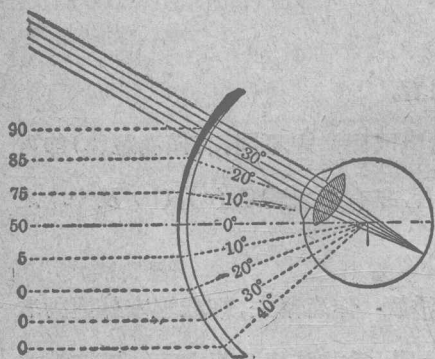
三條件，方為理想的眼鏡。但因用途之不同，有僅滿足(a)即可者，有滿足(a)及(b)即可者，亦有必須滿足(a)，(b)及(c)之全部方可者。

99. 蔡司之格拉得爾透鏡 作高爾夫，網球等室外運動者及駕駛汽車者，常有正對太陽，為其眩耀所苦之時。但彼等並非長久正對太陽，在普通之狀態時較多。若在正對太陽時則戴眼鏡，不正對太陽時則除去，在此種運動之正酣時，殊不可能。

蔡司乃製造一種如第 179 圖及第 180 圖所示，下部不吸收光，漸向上部，吸收率漸增之眼鏡。此即格拉得爾透鏡 (Gradal lens)。



第 179 圖 蔡司之格拉得爾透鏡



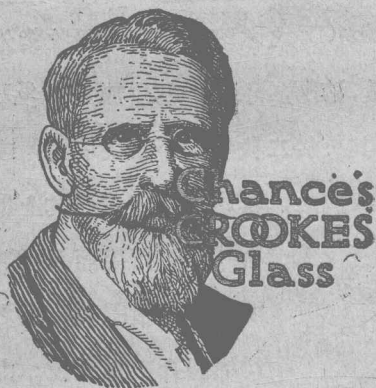
第 180 圖

蔡司之格拉得爾透鏡之吸收率

此透鏡乃將透明玻璃之一端，製成劈形，而於其上熔着一劈形之黑玻璃所成。如第 180 圖所示，通過中央部之光，被吸收 50%，在下部 10 度處，則僅被吸收 5%，更下則光不被吸收。在上部 10 度處，吸收率為 75%，在 20 度處為 85%，在 30 度處為 90%。故若戴此眼鏡，略仰首而

目向下視，則與戴無色透明之透鏡同。在正對太陽時，略俯首而目向上視，則可避眩耀之苦。

100. 克魯克斯之透鏡 英國之物理學家克魯克斯 (Crookes)，為對於真空放電之研究及輻射線之測定，特別有名之學者。彼自 1909 年以來，曾研究不妨礙可見光線之透過，而吸收紫外線及紅外線之玻璃。其研究之主要目的。在製造從事玻璃熔解作業之技師及職工之保護眼鏡。



第 181 圖 克魯克斯

彼於普通玻璃材料中，熔入種種金屬而試驗之結果，發見熔入銻之玻璃，吸收紫外線，而不妨害可見光線。即彼獲得一種與普通之窗用玻璃及光學玻璃等同樣無色透明，而吸收紫外線之玻璃。不過實際上此種玻璃略帶黑色。

因此種玻璃無色透明，故亦可用為矯正視力用透鏡。製成平行平面或平行球面時，則亦可用為保護眼鏡。此種眼鏡稱為

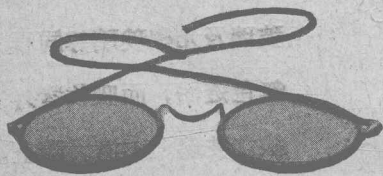
克魯克斯透鏡。

克魯克斯透鏡之發見者，既為有名之物理學家，其研究之方法，亦為學術的，而其結果，復與學術的要求一致，故非常有名，廣用於世界各國。

因此種玻璃無色透明，故無緩和眩耀之作用，而不適於此目的，但因能遮斷紫外線，故用為此方面之保護眼鏡，則十分有效。

101. 烏魯托拉精眼鏡 日本理化學研究所理學博士櫻井季雄，因烏魯托拉精 (ultrazin)⁽¹⁾ 之水溶液，非常吸收紫外線，乃將烏魯托拉精之適當量，溶解於水，於其中加入7%乃至8%之膠；或製成薄膜，將其夾於二枚平行平面玻璃間，或將此膠液直接塗於平行平面玻璃上，再用松杉皮油於其上黏

合一枚平行平面玻璃，而製成保護眼鏡，名之為烏魯托拉精眼鏡。由日本理化學興業株式會社發售。



第 182 圖 烏魯托拉精眼鏡

(1)譯者註：烏魯托拉精為一種吸收紫外線之新有機化合物，乃櫻井季雄所發見。

烏魯托拉精眼鏡，分第一號及第二號，第一號不僅完全吸收紫外線，且吸收可見光線之紫端。鏡呈淡黃色，適用於熱帶地方，雪國，山嶽地方及海上。

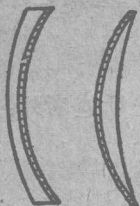
第二號為在烏魯托拉精上另塗他種色素之眼鏡。完全吸收紅色，藍色及紫色之光線。鏡呈綠色，用於緩和強光之眩耀有效。

102. 其他之保護眼鏡 保護眼鏡中，除以上所述者外，尚有種種。在德國一國，即有下列多種：—

- (1) 猶福斯玻璃(Euphosglas)；
- (2) 希格特玻璃(Hygatglas)；
- (3) 沙諾斯可蒲玻璃(Sanoskopglas)；
- (4) 溫卜拉魯玻璃(Umbralglas)；
- (5) 羅沙林玻璃(Rosalinglas)；
- (6) 阿美希斯特玻璃(Amethystglas)；
- (7) 阿馬蘭特玻璃(Amarantglas)；
- (8) 哈拉瓦玻璃(Hallauerglas)。

此等玻璃，皆以遮斷紫外線為主要目的。其紫外線之吸收範圍等則各異。在紫外線不甚強時，不妨用此等玻璃。對於紫外線甚強之光源，則應用他種保護眼鏡。

103. 同時矯正視力之保護眼鏡 非正視眼者戴保護眼鏡時，固可於矯正視力用之眼鏡上，再戴保護眼鏡。不過此種辦法在短時間雖無妨礙，但對於在室外作遊戲者，駕汽車者及打獵者等，則非常不便。至於用保護眼鏡用玻璃，磨成近視眼用

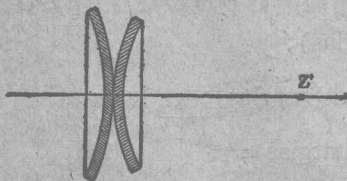


第 183 圖

眼鏡或遠視眼用眼鏡，則又因透鏡之中央與邊緣，厚度不同，故光之吸收亦異。

欲除此缺點，如第 183 圖所示，於普通之近視眼用或遠視眼用眼鏡上，黏合一厚度均勻之保護眼鏡用玻璃而用之。但在克魯克斯透鏡，則無須此種手續。

104. 水中眼鏡 (diver's goggles, Taucherbrille) 潛水



第 184 圖

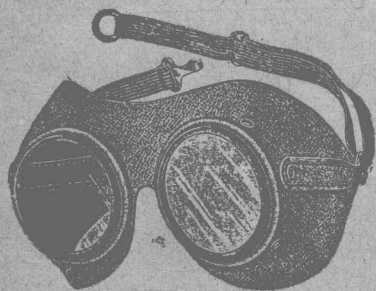
蔡司之水中眼鏡

時使水不觸及眼而戴之眼鏡，亦為保護眼鏡之一種。潛水夫之盔上所附之平面玻璃，使潛水時水不觸及眼，當然亦係一種保護眼鏡。

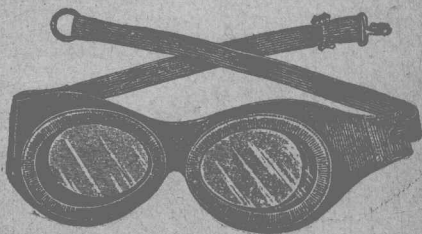
因水之折射率較空氣之折射率大，故水若接觸角膜，則眼之折射率銳減。水中眼鏡能補正此缺點。

蔡司公司曾製如第 184 圖所示，將二枚彎月形透鏡，背向黏合之適宜之水中眼鏡。但所用之彎月形透鏡，係在空氣中無折射作用者（即 $f = \infty$ ）。

105. 保護眼鏡之框 在保護眼鏡中，如烏魯托拉精眼鏡，雖亦有嵌入普通之框中者，但其框，如第 185 圖及第 186 圖所示，以用柔革或橡皮製者為多。蓋因矯正非正視眼用眼鏡，雖必須置於眼前一定之位置，而保護眼鏡則無須如此也。



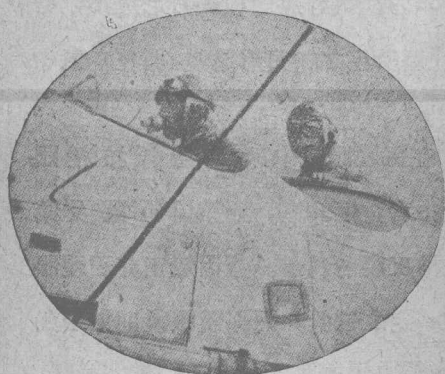
第 185 圖



第 186 圖

飛行家用保護眼鏡之目的，其對風保護眼，實重於對光保護眼。不用時，則如第 187 圖 B 所示，置於額上。

滑雪者所用之保護眼鏡，其框亦以柔革製者為便，如第 188 圖所示。



A



B

A

B

第 187 圖 飛行家用保護眼鏡



第 188 圖 滑雪者與保護眼鏡

第十三章

附 錄

106. 戴眼鏡之眼之主點之位置與像之大小 因眼可光學的視為一枚厚透鏡，故戴眼鏡之眼，恰相當於組合二枚透鏡之光組。若命眼鏡之折射率為 D_1 ，眼之折射率為 D_2 ，眼鏡之第二主點與眼之第一主點間之距離為 e ，則戴眼鏡之眼之光組之折射率 D ，可與(23a)式同樣由

$$D = D_1 + D_2 - eD_1D_2 \quad (44)$$

表之。

據顧爾斯特蘭得之研究，則

$$D_2 = 58.64 \text{ Dptr.} = 1/0.017055 \text{ m,}$$

$$n_2 = 1.336,$$

眼之第一主點 E_2 與角膜頂點間之距離為

$$\alpha_0 = 1.348 \text{ 毫米,}$$

眼之第二主點 E'_2 與角膜頂點間之距離為

$$\alpha'_0 = 1.602 \text{ 毫米.}$$

欲使眼鏡與眼合成之光組之折射率 D ，等於眼之折射率 D_2 ，則由(44)式，必須

$$e = 1/D_2 = f'_2. \quad (45)$$

因此式中之 e 爲眼鏡透鏡之第二主點與眼之第一主點間之距離，故可述之如下。即『近視眼及遠視眼戴眼鏡時，若眼鏡透鏡之第二主點，與眼之前側焦點一致，則戴眼鏡之眼，有與正視眼相同之折射率；而網膜上所生成之像之大小，亦不異於正視眼。』

據顧爾斯特蘭德之研究，如上所述，

$$f'_2 = 17.055 \text{ 毫米} = e,$$

故眼鏡透鏡之第二主點 E'_1 與眼之角膜頂點 C 間之距離爲

$$E'_1C = e - a_0 = (17.055 - 1.348) \text{ 毫米} = 15.707 \text{ 毫米}.$$

即置眼鏡於距角膜頂點 15.707 毫米處，則 $D = D_2$ 能成立。

次命合成之光組之第一主點爲 E ，第二主點爲 E' ，則此二主點之位置，與(21)式同形，爲

$$E_1E = \frac{f_1e}{f_1 + f_2 - e}, \quad E'_2E' = -\frac{f_2e}{f_1 + f_2 - e}. \quad (46)$$

對於現在所論之情形，因

$$e = f_2,$$

$$\text{故} \quad E_1E = e. \quad E'_2E' = -\frac{f_2^2}{f_1} = -\frac{D_1e}{D_2}. \quad (47)$$

即合成之光組之第一主點，常在距眼鏡透鏡之第一主點一定距離處。至於第二主點，則

$$D_1 > 0 \text{ 時, } E'_2E' < 0,$$

$$D_1 < 0 \text{ 時, } E'_2E' > 0.$$

故對於正眼鏡透鏡，則合成之光組之第二主點，在眼之第二主點之前方；對於負眼鏡透鏡，則在其後方。

107. 眼鏡在眼前前後移動時之作用 眼鏡與眼，視為一光組時，則其折射率 D 為

$$D = D_1 + D_2 - eD_1D_2,$$

已如前述。由此光組所成之像——生於網膜上之像——之放大率 m ，由 (24) 式之變形，知為

$$m = \frac{1}{1 + D_s} \quad (48)$$

因將眼鏡在眼前前後移動，相當於變更 (44) 式之 e ，故可用 e 微分 (48) 式，以察放大率 m 之變化。即，

$$\frac{dm}{de} = \frac{dm}{dD} \cdot \frac{dD}{de} = m^2 s D_1 D_2, \quad (49)$$

因 m 在此處 < 0 ，故若取其絕對值，則為

$$\frac{d|m|}{de} = -m^2 s D_1 D_2, \quad (50)$$

但 $s < 0, D_2 > 0$, 故在

$$(a) D_1 < 0 \text{ 時, 則 } \frac{d|m|}{de} > 0,$$

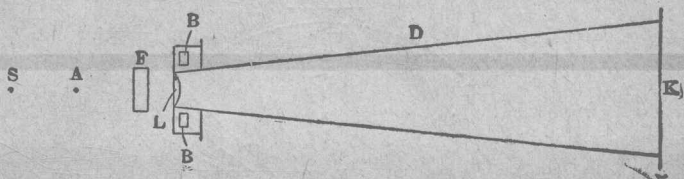
$$(b) D_1 > 0 \text{ 時, 則 } \frac{d|m|}{de} < 0.$$

由此乃得以下之結論：即「眼鏡透鏡恰在眼之前側焦點之位置時，則所見之物體，與用肉眼見時同樣大小。在戴凹透鏡之眼，眼鏡愈向眼前遠離，則生於網膜上之像愈小；眼鏡愈近眼，則像愈大。在戴凸透鏡之眼，眼鏡愈向眼前遠離，則生於網膜上之像愈大；眼鏡愈近眼，則像愈小。」

108. 臨牀實驗用實物映畫器⁽¹⁾ 德國基爾 (Kiel) 之哈依涅博士 (Dr. L. Heine)，於臨牀講習時，使衆多之學生於短時間內察出眼之狀況起見，曾設計一種特別之儀器。

第 189 圖中，A 爲患者之眼；S 爲坐凳；D 爲長 2 米之圓錐形紙筒，其前端之直徑約 20 釐米，後端之直徑約 30—40 釐米；B 爲小弧燈；F 爲厚 5 釐米之液體濾光器，此濾

(1) 參閱 Prof. Dr. L. Heine in Kiel, Ein neuer schwenkbarer Demonstrations-Projektor für Klinischen Unterricht [Zeitschrift für Instrumentenkunde, Bd. 54 (1934), S. 317-319.]



第 189 圖 臨牀實驗用實物映畫器

光器可吸收弧光中之熱線及紫外線，並使呈白晝光色。患者之眼，即用此光照射。

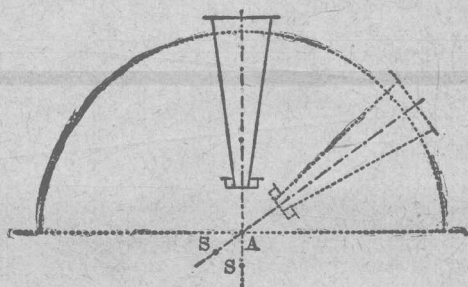
L 爲焦距 50 釐米之凸透鏡，K 爲毛玻璃，用以承受由 L 所生之眼之像。筒長爲 2 米時，生於此處之像之放大率爲 3 倍。

用焦距不同之透鏡，調節 A L 之距離俾 K 上生鮮明之像，則可變更像之放大率。

但此像爲倒立像，若用玻羅之稜鏡(Porro's prism)，則可使之正立。

又若於毛玻璃之位置，置一攝影底片，則可攝眼之照片。

僅以上所述諸端，與普通之幻燈無異。其特徵另有所在。即，如第 190 圖所示，此映畫器能以患者之眼 A 爲中心，而旋轉於半圓上，同時患者所坐之椅，亦能旋轉。向毛玻璃 K 所



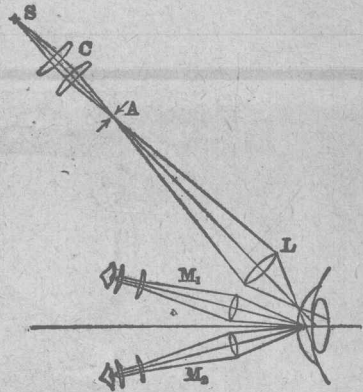
第 190 圖

畫之半圓，放置坐椅。學生坐於椅上，可順序觀察。觀畢之學生，即退而讓坐於其他之學生，復可省時間之無益消耗。第 191 圖，表示患者坐於 S 處，投映眼底之情形。



第 191 圖

109. 細隙燈 (slit lamp, Spaltlampe) 在眼中之液體中，往往雜入不透明之微粒。此微粒有為先天的，有為傷害之結果所生。可由第 192 圖所示之方法察出之。



第 192 圖

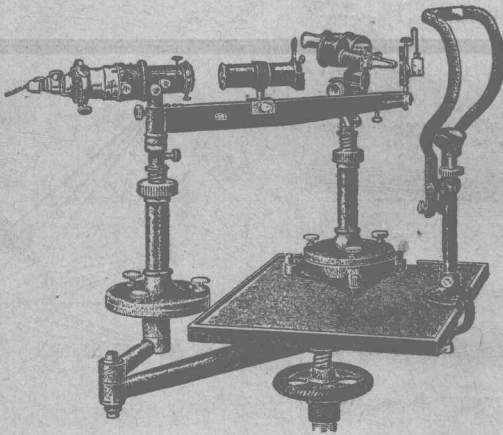
第 192 圖中，S 為光源，由聚光器 C 成像於細

隙 A 上。再由透鏡 L，使此細隙之像，成於患者之眼上。於是用雙眼顯微鏡（圖之 M_1 , M_2 ），以視患者之眼。用於此目的之雙眼顯微鏡，特稱為角膜顯微鏡 (cornea microscope, Hornhaut-Mikroskop)。

由圖可知入射線不射入顯微鏡，故在黑暗之視場中，微粒鮮明可見。

(a) 顧爾斯特蘭德之細隙燈 第 193 圖為用淡氣燈為光源之細隙燈，乃根據顧爾斯特蘭德之設計，由卡魯蔡司公司所製者。此燈適用於眼科醫生之臨牀診視。

(b) 伏格脫之細隙燈 第 194 圖為用弧光為光源之細隙

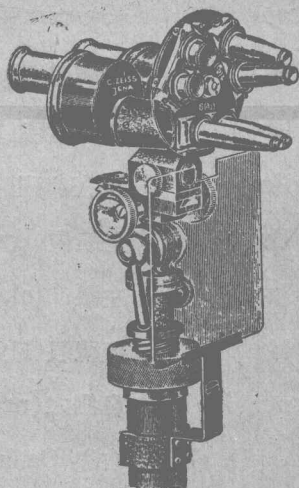


第 193 圖 顧爾斯特蘭德之細隙燈



第 194 圖 伏格脫之細隙燈

燈。光源爲明亮而富於青色光，之白色光，故適於角膜，睛珠與玻璃狀液之內部之研究，以及眼底之研究。此燈由卡魯蔡司公司製造。



第 195 圖
角膜顯微鏡之一例

(c) 角膜顯微鏡 第 195 圖爲角膜顯微鏡之一例。此鏡能用雙眼觀測；而像爲正立。放大率隨物鏡與目鏡之組合而異；能高至 108 倍。

110. 眼科學中所用之略字及符號

- | | |
|------------|-----------------------------|
| A. | 調節 (Akkommodationsbreite) |
| As. | 亂視 (Astigmatismus) |
| As. H. | 遠視性亂視 (As. hypermetropicus) |
| As. M. | 近視性亂視 (As. myopicus) |
| Ax. | 柱面透鏡之軸 (Axe) |
| Zyl. | 柱面透鏡 (Zylinder) |
| D. 或 Dptr. | 度 (Dioptrie) |

E.	正視眼(Emmetropia)
H.	遠視眼(Hyperopia)
Hl.	潛伏遠視(Hyperopia latentia)
Hm.	現在遠視(Hyperopia manifesta)
Ht.	全遠視(Hyperopia totalis)
L.	左眼(Linkes Auge)
M.	近視眼(Myopia)
n.	鼻側之(nasal)
O. D. 或 R.	右眼(Oculus dexter)
O. S. 或 L.	左眼(Oculus sinister)
O. U.	兩眼(Oculus uterque)
P. L. 或 Lp.	光覺(Perception of Light)
P. 或 p. p.	近點(Punktum proximum)
R. 或 p. r.	遠點(Punktum remotum)
R.	右眼(Rechtes Auge)
Sph.	球面(Sphärische Fläche)
T.	緊張(Tension)
V. 或 Vis.	視力(Visus, Vision)
+	凸或正透鏡

-
- 凹或負透鏡
 - 組合(kombiniert mit)
 - ✕ 交叉(gekreuzt)
 - △ 稜鏡度(Prism Dioptrie)