



**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑰ Gesuchsnummer: 4899/80

⑳ Anmeldungsdatum: 26.06.1980

㉔ Patent erteilt: 28.02.1986

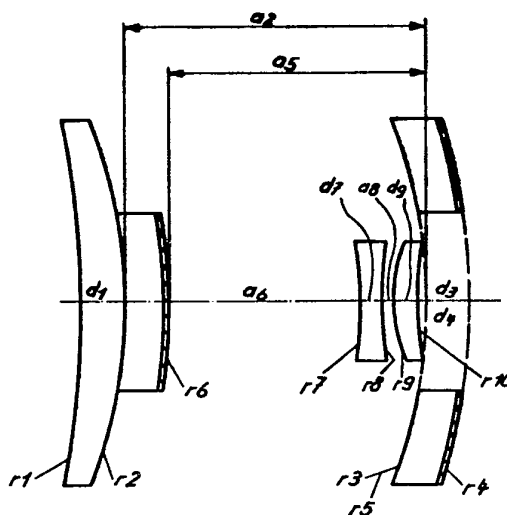
④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 28.02.1986

⑦③ Inhaber:  
Kern & Co. AG Werke für Präzisionsmechanik,  
Optik und Elektronik, Aarau

⑦② Erfinder:  
Canzek, Ludvik, Unterentfelden  
Zürcher, Walter, Aarau

⑤④ **Lichtstarkes katadioptrisches Objektiv für Wärmestrahlung.**

⑤⑦ Das Objektiv umfasst einen zum Objekt hohlen Meniskus (Dicke  $d_1$ ) als Frontlinse, eine rückflächenverspiegelte Spiegellinse (Dicke  $d_3, d_4$ ) mit zentraler Bohrung als Hauptspiegel und einen auf dem bildseitigen zentralen Teil der Frontlinse angebrachten Oberflächenspiegel als Gegenspiegel. Alle brechenden Elemente bestehen aus Silizium oder Germanium. Das Objektiv ist für den Wellenlängenbereich um  $4,5 \mu\text{m}$  oder um  $11,04 \mu\text{m}$  korrigiert und hat ein Öffnungsverhältnis 1:1,0.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Lichtstarkes katadioptrisches Objektiv für Wärmestrahlung mit sammelnder Frontlinse, als rückflächenverspiegelte Linse ausgebildetem Hauptspiegel, Gegenspiegel sowie einem in der Nähe des Brennpunktes angeordneten Linsensystem, gekennzeichnet durch folgende Konstruktionsdaten:

Radien	Dicken und Abstände	Material	$n_{4,5\mu m}$
$r_1 = -1068,30$	$d_1 = 8,3$	Si	3,4236
$r_2 = -400,12$	$a_2 = 55,6$		
$r_3 = -149,79$	$d_3 = 7,47$	Si	3,4236
$r_4 = -189,55$	$d_4 = d_3$	Si	3,4236
$r_5 = r_3$	$a_5 = 48,45$		
$r_6 = -309,96$	$a_6 = 40,60$		
$r_7 = -510,38$	$d_7 = 2,50$	Si	3,4236
$r_8 = +945,77$	$a_8 = 1,40$		
$r_9 = +41,20$	$d_9 = 2,70$	Si	3,4236
$r_{10} = +104,32$			
$F = 100,0$	$F:1$		

2. Lichtstarkes katadioptrisches Objektiv für Wärmestrahlung mit sammelnder Frontlinse, als rückflächenverspiegelte Linse ausgebildetem Hauptspiegel, Gegenspiegel sowie einem in der Nähe des Brennpunktes angeordneten Linsensystem, gekennzeichnet durch die folgenden Konstruktionsdaten:

Radien	Dicken und Abstände	Material	$n_{11,04\mu m}$
$r_1 = -1291,10$	$d_1 = 8,10$	Ge	4,0026
$r_2 = -483,66$	$a_2 = 54,24$		
$r_3 = -156,08$	$d_3 = 7,30$	Ge	4,0026
$r_4 = -189,06$	$d_4 = d_3$	Ge	4,0026
$r_5 = r_3$	$a_5 = 47,30$		
$r_6 = -302,04$	$a_6 = 39,60$		
$r_7 = -608,08$	$d_7 = 2,40$	Ge	4,0026
$r_8 = +1143,10$	$a_8 = 1,40$		
$r_9 = +45,59$	$d_9 = 2,60$	Ge	4,0026
$r_{10} = +100,05$			
$F = 100,0$	$F:1$		

3. Lichtstarkes katadioptrisches Objektiv für Wärmestrahlung mit sammelnder Frontlinse, als rückflächenverspiegelte Linse ausgebildetem Hauptspiegel, Gegenspiegel sowie einer in der Nähe des Brennpunktes angeordneten Linse, gekennzeichnet durch die folgenden Konstruktionsdaten:

Radien	Dicken und Abstände	Material	$n_{4,5\mu m}$
$r_1 = -574,30$	$d_1 = 8,20$	Si	3,4236
$r_2 = -300,80$	$a_2 = 55,00$		
$r_3 = -132,67$	$d_3 = 7,40$	Si	3,4236
$r_4 = -171,09$	$d_4 = d_3$	Si	3,4236
$r_5 = r_3$	$a_5 = 48,00$		
$r_6 = -306,89$	$a_6 = 42,40$		
$r_7 = +45,73$	$d_7 = 2,60$	Si	3,4236
$r_8 = +98,35$			
$F = 100,0$	$F:1$		

4. Lichtstarkes katadioptrisches Objektiv für Wärmestrahlung mit sammelnder Frontlinse, als rückflächenverspiegelte Linse ausgebildetem Hauptspiegel, Gegenspiegel sowie einem in der Nähe des Brennpunktes angeordneten Linse, gekennzeichnet durch die folgenden Konstruktionsdaten:

Radien	Dicken und Abstände	Material	$n_{11,04\mu m}$
$r_1 = -808,90$	$d_1 = 8,00$	Ge	4,0026
$r_2 = -392,90$	$a_2 = 53,50$		
$r_3 = -143,99$	$d_3 = 7,20$	Ge	4,0026
$r_4 = -176,13$	$d_4 = d_3$	Ge	4,0026
$r_5 = r_3$	$a_5 = 46,70$		
$r_6 = -258,20$	$a_6 = 41,10$		
$r_7 = +50,58$	$d_7 = 2,60$	Ge	4,0026
$r_8 = +94,55$			
$F = 100,0$	$F:1$		

Die Erfindung betrifft ein lichtstarkes katadioptrisches Objektiv für Wärmestrahlung mit sammelnder Frontlinse, als rückflächenverspiegelte Linse ausgebildetem Hauptspiegel, Gegenspiegel sowie einem, in der Nähe des Brennpunktes angeordneten Linsensystem.

Lichtstarke mehrgliedrige Infrarot-Objektive sind bekannt. So ist in DE-OS 2'519'961 (The Rank Organisation Ltd.) ein derartiges, aus drei Menisken aufgebautes Objektiv beschrieben, von denen mindestens zwei aus Germanium bestehen und einer eine asphärische Oberfläche aufweist. Weiterhin ist aus DE-OS 2'520'194 (The Rank Organisation Ltd.) ein Infrarot-Objektiv mit nur zwei Gliedern bekannt, deren eines eine asphärische Fläche besitzt. DE-OS 2'544'148 (The Rank Organisation Ltd) zeigt ein dreilinsiges Objektiv zur Verwendung im Wellenlängenbereich von 3 bis 5 µm des Infrarotbandes, dessen Linsen aus Silizium oder Zinksulfid bestehen und bei dem keine asphärischen Flächen verwendet sind. Schliesslich ist aus DE-PS 2 211 275 (Kern & Co. AG) ein lichtstarkes katadioptrisches Objektiv für den sichtbaren Spektralbereich bekannt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Objektiv für Wärmestrahlung anzugeben, bei dem die vorteilhaften Eigenschaften katadioptrischer Objektive ausgenutzt werden. Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäss durch die in den Patentansprüchen angegebenen Konstruktionsdaten.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele nebst zugehörigen Tabellen näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 das Schema eines erfindungsgemässen Objektivs mit Elementen aus Silizium oder aus Germanium und zweigliedrigem System in der Nähe des Brennpunktes,

Fig. 2 das Schema eines erfindungsgemässen Objektivs mit Elementen aus Silizium oder Germanium und einer Linse in der Nähe des Brennpunktes.

Tabelle 1 (s. Figur 1)

Radien	Dicken und Abstände	Material	n <sub>4,5 µm</sub>
r <sub>1</sub> = - 1068,30	d <sub>1</sub> = 8,3	Si	3,4236
r <sub>2</sub> = - 400,12	a <sub>2</sub> = 55,6		
r <sub>3</sub> = - 149,79	d <sub>3</sub> = 7,47	Si	3,4236
r <sub>4</sub> = - 189,55	d <sub>4</sub> = d <sub>3</sub>	Si	3,4236
r <sub>5</sub> = r <sub>3</sub>	a <sub>5</sub> = 48,45		
r <sub>6</sub> = - 309,96	a <sub>6</sub> = 40,60		
r <sub>7</sub> = - 510,38	d <sub>7</sub> = 2,50	Si	3,4236
r <sub>8</sub> = + 945,77	a <sub>8</sub> = 1,40		
r <sub>9</sub> = + 41,20	d <sub>9</sub> = 2,70	Si	3,4236
r <sub>10</sub> = + 104,32	F : 1		
F = 100			

Tabelle 2 (s. Figur 1)

Radien	Dicken und Abstände	Material	n <sub>11,04 µm</sub>
r <sub>1</sub> = - 1291,10	d <sub>1</sub> = 8,10	Ge	4,0026
r <sub>2</sub> = - 483,66			

Tabelle 2 (s. Figur 1)

Radien	Dicken und Abstände	Material	n <sub>11,04 µm</sub>
	a <sub>2</sub> = 54,24		
5 r <sub>3</sub> = - 156,08	d <sub>3</sub> = 7,30	Ge	4,0026
r <sub>4</sub> = - 189,06	d <sub>4</sub> = d <sub>3</sub>	Ge	4,0026
r <sub>5</sub> = r <sub>3</sub>	a <sub>5</sub> = 47,30		
10 r <sub>6</sub> = - 302,04	a <sub>6</sub> = 39,60		
r <sub>7</sub> = - 608,08	d <sub>7</sub> = 2,40	Ge	4,0026
15 r <sub>8</sub> = + 1143,10	a <sub>8</sub> = 1,40		
r <sub>9</sub> = + 45,59	d <sub>9</sub> = 2,60	Ge	4,0026
r <sub>10</sub> = + 100,05	F : 1		
20 F = 100,0			

Tabelle 3 (s. Figur 2)

Radien	Dicken und Abstände	Material	n <sub>4,5 µm</sub>
25 r <sub>1</sub> = - 574,30	d <sub>1</sub> = 8,20	Si	3,4236
30 r <sub>2</sub> = - 300,80	a <sub>2</sub> = 55,00		
r <sub>3</sub> = - 132,67	d <sub>3</sub> = 7,40	Si	3,4236
r <sub>4</sub> = - 171,09	d <sub>4</sub> = d <sub>3</sub>	Si	3,4236
35 r <sub>5</sub> = r <sub>3</sub>	a <sub>5</sub> = 48,00		
r <sub>6</sub> = - 306,89	a <sub>6</sub> = 42,40		
40 r <sub>7</sub> = + 45,73	d <sub>7</sub> = 2,60	Si	3,4236
r <sub>8</sub> = + 98,35	F : 1		
F = 100,0			
45			

Tabelle 4 (s. Figur 2)

Radien	Dicken und Abstände	Material	n <sub>11,04 µm</sub>
50 r <sub>1</sub> = - 808,90	d <sub>1</sub> = 8,00	Ge	4,0026
r <sub>2</sub> = - 392,90	a <sub>2</sub> = 53,50		
55 r <sub>3</sub> = - 143,99	d <sub>3</sub> = 7,20	Ge	4,0026
r <sub>4</sub> = - 176,13	d <sub>4</sub> = d <sub>3</sub>	Ge	4,0026
r <sub>5</sub> = r <sub>3</sub>	a <sub>5</sub> = 46,70		
60 r <sub>6</sub> = - 258,20	a <sub>6</sub> = 41,10		
r <sub>7</sub> = + 50,58	d <sub>7</sub> = 2,60	Ge	4,0026
65 r <sub>8</sub> = + 94,55	F : 1		
F = 100,0			

Die Objektive gemäss den Tabellen 1 bis 4 haben ein Öffnungsverhältnis 1:1,0. Die Frontlinse (Dicke  $d_1$ ) ist in allen vier Fällen ein zum Objekt hohler Meniskus. Der Hauptspiegel ist als rückflächenverspiegelte Spiegellinse mit zentraler Bohrung (Dicke  $d_3 = d_4$ ) ausgeführt, und der Gegen-  
spiegel ist ein auf dem zentralen Teil der dem Objekt abgewandten Fläche der Frontlinse angebrachter Oberflächen-  
spiegel. Die Ausführungsbeispiele gemäss den Tabellen 1 und 2 haben den gleichen Aufbau mit einem zweigliedrigen Lin-  
sensystem (Dicke  $d_7$  und  $d_9$ ) in der Nähe des Brennpunktes. Beim Objektiv gemäss Tabelle 1 ist als Linsenmaterial Sili-  
zium mit einem Brechungsindex  $n = 3,4236$  bei der Lichtwell-

lenlänge  $\lambda = 4,5 \mu\text{m}$  verwendet, und das Objektiv ist somit auch für  $\lambda = 4,5 \mu\text{m}$  korrigiert. Für die Ausführung gemäss Tabelle 2 ist hingegen Germanium vorausgesetzt, dessen  $n = 4,0026$  bei  $\lambda = 11,04 \mu\text{m}$  eine Korrektur bei  $11,04 \mu\text{m}$  zweck-  
mässig gemacht hat.

Die Ausführungsbeispiele gemäss den Tabellen 3 und 4 sind mit einer Einzellinse (Dicke  $d_7$ ) in der Nähe des Brennpunktes aufgebaut. Material und Korrektur entsprechen den Ausführungen gemäss Tabelle 1 bzw. Tabelle 2. Bei allen vier  
Varianten liegt der Brennpunkt ausserhalb des Objektivs, und Farbfehler und Astigmatismus sind besser korrigiert als bei Objektiven, die nur brechende Elemente aufweisen.

FIG. 1

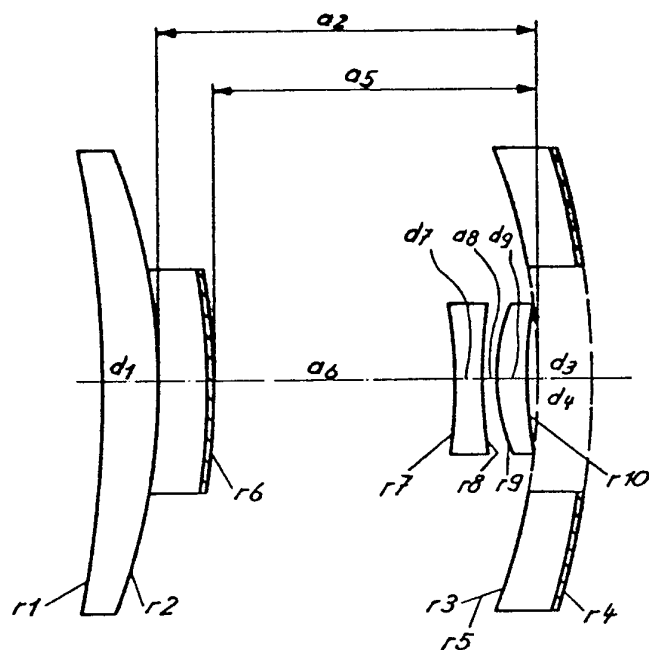


FIG. 2

