

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 242655 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **431930**

(22) Data zgłoszenia: **2019.11.25**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.05.31 BUP 11/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.04.03 WUP 14/2023**

(51) MKP:

**G02B 1/115** (2015.01)

**G02B 1/11** (2015.01)

**G02B 1/10** (2015.01)

**G02B 1/14** (2015.01)

**G02C 7/10** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY PRACY –  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY,  
Warszawa, PL  
PCO SPÓŁKA AKCYJNA, Warszawa, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**GRZEGORZ OWCZAREK, Łódź, PL  
JOANNA SZKUDLAREK, Łódź, PL  
BOLESŁAW PYCZAK, Warszawa, PL  
MACIEJ LEŚKIEWICZ, Otwock, PL**

(74) Pełnomocnik:

**Joanna Bocheńska, Warszawa, PL**

(54) Tytuł:

**Interferencyjny filtr optyczny do ochrony oczu**

**PL 242655 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest interferencyjny filtr optyczny do ochrony oczu dedykowany dla osób z soczewkami wewnątrzgałkowymi (IOL – ang. *Intraocular Lense*), którego konstrukcja uwzględnia zagrożenia wywołane promieniowaniem optycznym z uwagi na negatywne oddziaływanie tego promieniowania na materiały, z których wykonane są soczewki wewnątrzgałkowe (IOLs).

Obecnie brak jest rozwiązań technicznych, które tworzą bezpieczną barierę dla oka, w którym zaimplementowano sztuczne soczewki wobec zdefiniowanych, szkodliwych warunków.

W literaturze technicznej brak jest doniesień, w których rozważa się stworzenie dodatkowej i wystarczającej ochrony oczu dla osób z zaimplementowanymi soczewkami wewnątrzgałkowymi (IOLs). Filtry powinny być stosowane w związku z zagrożeniami jakie mogą wystąpić na niektórych stanowiskach pracy, jak i w życiu codziennym.

Dotąd nie istniało pojęcie filtrów dedykowanych dla osób mających wszczepione sztuczne soczewki IOLs, mimo że w literaturze i w danych technicznych udostępnianych przez producentów, mianowicie Walker BN, James RH, Calogero D, Ilev IK., Impact of environmental temperature on optical power properties of intraocular lenses. *Appl Opt.* 2014 Jan 20; 53(3):453–7. doi: 10.1364/AO.53.000453, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24514132>, [dostęp:26.09.2019], Product Information Alcon Laboratories, Inc., 2015, 40-500-231-XXX [https://www.accessdata.fda.gov/cdrh\\_docs/pdf4/P040020S050d.pdf](https://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf4/P040020S050d.pdf); Product Information TECNIS Symphony®, © Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. 2018, <https://www.jnjvisionpro.com/products/tecnis-symphony%C2%AE-iol> czy Product Information Food and Drug Administration (FDA) [https://www.accessdata.fda.gov/cdrh\\_docs/pdf8/P080004c.pdf](https://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf8/P080004c.pdf) wskazuje się, że czynnikami, które negatywnie oddziałują na soczewki IOLs są: temperatura powyżej 40–45°C oraz promieniowanie UV.

W literaturze X Li et al; The evidence informing the surgeon's selection of intraocular lens; *Eye* (2017) 31, 258–272; Mainster, M. A., Violet and blue light blocking intraocular lenses: photoprotection versus photoreception *British Journal of Ophthalmology* Jun2006, Vol. 90 Issue 6, p784-792. 9p. DOI: 10.1136/bjo.2005.086553; Davison James; Patel Anil; Cunha Joao; Schwiegerling Jim; Muftuoglu Orkun, Recent studies provide an updated clinical perspective on blue light filtering IOLs. *Graefe's Archive of Clinical & Experimental Ophthalmology*. Jul2011, Vol. 249 Issue 7, p957-968. 12p. DOI: 10.1007/s00417-011-1697-6; Diez-Ajenjo, Ma Amparo; Garcia-Domene, Ma Carmen; Peris-Martinez, Cristina; Artigas, José Ma; Felipe, Adelina. Effect of the color of the intraocular lens on optical and visual quality. *Indian Journal of Ophthalmology*. Nov2014, Vol. 62 Issue 11, p1064-1068. 5p. DOI: 10.4103/0301-4738.146741; Tsz Wing Leung, Roger Wing-hong Li, Chea-su Kee, Blue-Light Filtering Spectacle Lenses: Optical and Clinical Performances, *PLoS ONE* 12(1), 2017, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169114>, [dostęp:26.09.2019] oraz G. Owczarek, G. Gralewicz, N. Skuza, P. Jurowski, "Light transmission through intraocular lenses with or without yellow Chromophore (blue light filter) and its potential influence on functional vision at everyday environmental conditions", *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, Vol. 22, no. 1, 2016, s. 66–70 proces filtrowania promieniowania UV i szkodliwego promieniowania niebieskiego przypisuje się wyłącznie zawartym w soczewce IOL barwnikom – chromoforom barwy żółtej, które stanowią ochronę i zabezpieczają przed negatywnymi skutkami czynników optycznych. Jednak szczególnie w środowisku pracy, gdzie występuje podwyższona temperatura związana z oddziaływaniem promieniowania IR, jak również UV, wymagana jest dodatkowa zewnętrzna ochrona, która będzie ukierunkowana na zredukowanie temperatury od strony gałki ocznej. Zawody, które są potencjalnie narażone na oddziaływanie szkodliwych czynników na soczewki wewnątrzgałkowe to takie jak: kucharz, piekarz, spawacz, hutnik oraz kierowca.

Z literatury, można również wnioskować, że soczewki wewnątrzgałkowe zużywają się podczas użytkowania, podlegają procesom samoistnej fotodegradacji i termicznego starzenia. Znane jest ponadto zjawisko glisteningu, które jest przyczyną powtórnych eksplantacji IOL.

Z obszernej analizy zjawiska fotodegradacji soczewek IOL wynika, że przyczyny i skutki procesu są dobrze znane. Brak jest rozwiązań w zakresie stworzenia ochrony zewnętrznej dla oczu w postaci optycznych filtrów chroniących oko z IOL przed narażeniem na szkodliwe promieniowanie. Jednak, na uwagę zasługuje publikacja Yamada, Kazuhisa; Kaneko; Hiroki; Tsunekawa, Taichi; Shimizu, Hideyuki; Suzumura, Ayana; Namba, Rina; Takeuchi, Jun; Kataoka, Keiko; Takayama, Kei; Inoue, Makoto; Ito, Yasuki; Terasaki, Hiroko. Silicone oil-associated retinal light exposure under a surgical microscope. *Acta Ophthalmologica* (1755375X). Aug2019, Vol. 97 Issue 5, pe742-

e746. 5p. DOI: 10.1111/aos. 14038, w której badano olej silikonowy (SO) stosowany w chirurgii siatkówki oraz wpływ oświetlenia współosiowego i skośnego pochodzącego z mikroskopu stosowanego podczas zabiegu chirurgicznego. Autorzy wnioskujeją, że zastosowanie filtra ochronnego skutecznie zmniejsza ekspozycję oczu na światło.

Obecnie jedynym zabezpieczeniem oka przed szkodliwym promieniowaniem UV jest stosowanie chromoforów do produkcji soczewek IOLs co znane jest z publikacji Kontadakis, Georgios A.; Plainis, Sotiris; Moschandreass, Joanna; Tsika, Chrisanthi; Pallikaris, Ioannis G.; Tsilimbaris, Miltiadis K. In vivo evaluation of blue-light attenuation with tinted and untinted intraocular lenses Journal of Cataract & Refractive Surgery. Jun2011, Vol. 37 Issue 6, p.1031-1037. 7p. DOI: 10.1016/j.jcrs.2010.12.047 oraz Tsz Wing Leung, Roger Wing-hong Li, Chea-su Kee, Blue-Light Filtering Spectacle Lenses: Optical and Clinical Performances, PLoS ONE 12(1), 2017, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169114>. Jednak niepokojące jest, że publikowane dane spektrofotometryczne pokazują, że różne dostępne w handlu absorbujące promieniowanie UV soczewki IOL nie są równie skuteczne w absorpcji szkodliwego promieniowania. Zatem ochrona taka nie jest jakościowo tożsama dla wszystkich soczewek IOL.

Kolejnym czynnikiem szkodliwym dla IOL, opisanym w publikacji Applications to Polymers and Plastics Donald J. Burrett, Mark B. Altman, in Handbook of Thermal Analysis and Calorimetry, 2002, <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/thermal-aging>], jest proces termicznego starzenia (ang. *thermal ageing*). Optyczne właściwości (moc) soczewek i materiałów polimerowych stosowanych do produkcji soczewek IOL w ogólności mogą mieć związek ze zmianami termicznymi materiału i otaczającego ośrodka. W przypadku implantu soczewki wewnątrzgałkowej (IOL) moc sferyczna (SP), moc cylindra, (CP), astygmatyzm i aberracja sferyczna są podstawowymi właściwościami, które wpływają na jej skuteczność, zaobserwowano znaczące zmiany, ponieważ temperatury zmieniają się od temperatury pokojowej (20°C) do nieznacznie powyżej temperatury ciała (40°C). Wyniki wskazują, że ocena właściwości optycznych w temperaturach, które już znajdują się w pobliżu progów tolerancji, może znacząco wpłynąć na charakterystykę soczewek IOL. Nie bez przyczyny środki ostrożności zalecane przez producentów sprowadzają się do przestrzegania warunku przechowywania soczewek IOL w temperaturze nieprzekraczającej 45°C.

Celem wynalazku jest opracowanie interferencyjnego filtra optycznego do ochrony oczu poprzez kompleksowe dwuparametryczne zabezpieczenie oka z soczewką wewnątrzgałkową IOL odnoszące się do jednoczesnej ochrony przed szkodliwym promieniowaniem z zakresu UV oraz termicznym IR z uwzględnieniem optymalnej ilości promieniowania widzialnego, jakie powinno docierać do oka podczas obserwacji procesu technologicznego, w czasie którego emitowane jest szkodliwe promieniowanie optyczne przed którym oko zabezpieczone jest optycznym filtrem ochronnym.

Optyczne filtry ochronne według wynalazku, są filtrami interferencyjnymi, wytworzonymi w technologii wielowarstwowej. Budowa filtra oparta jest na bazie powłok cienkowarstwowych wykonanych w warunkach wysokiej próżni.

Interferencyjny filtr optyczny do ochrony oczu składa się z następujących warstw:

Lp.	grubość warstwy [nm]	materiał	grubość warstwy [mm]
1		szkło KG5	0,9
2	54,664	H	
3	85,924	L	
4	117,959	H	
5	84,205	L	
6	52,376	H	
7	264,129	L	
8	50,696	H	
9	64,133	L	
10	23,91	H	
11	68,094	L	
12	52,882	H	
13	90,494	L	
14		szkło VG9	1,1

gdzie:

H oznacza  $Ti_3O_5$  – materiał o wysokim współczynniku załamania

L oznacza  $SiO_2$  – materiał o niskim współczynniku załamania

a warstwa szkła KG5 znajduje się od strony oczu użytkownika.

Odmianą interferencyjnego filtra optycznego do ochrony oczu jest filtr składający się z następujących warstw:

Lp	grubość warstwy [nm]	materiał	grubość warstwy [mm]
1		szkło KG5	1
2	61,089	H	
3	94,472	L	
4	53,337	H	
5	89,288	L	
6	54,067	H	
7	94,632	L	
8	57,256	H	
9	94,557	L	
10	56,379	H	
11	70,184	L	
12	35,167	H	
13	0,293	L	
14	3,027	H	
15	79,492	L	
16	54,095	H	

17	89,252	L	
18	29,104	H	
19	34,826	L	
20	58,551	H	
21	90,557	L	
22	119,204	H	
23	89,756	L	
24	107,678	H	
25	118,557	L	
26	78,922	H	
27	154,644	L	
28	69,412	H	
29	159,296	L	
30	73,243	H	
31	150,439	L	
32	94,228	H	
33	212,116	L	
34	62,394	H	
35		szkło NG10	1

gdzie:

H oznacza  $Ti_3O_5$  – materiał o wysokim współczynniku załamania

L oznacza  $SiO_2$  – materiał o niskim współczynniku załamania a

warstwa szkła KG5 znajduje się od strony oczu użytkownika.

Przedmiot wynalazku przedstawiono na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia charakterystykę przepuszczania filtra ochronnego dla osób z zaimplementowanymi soczewkami wewnątrzgałkowymi w pierwszej wersji wynalazku a Fig. 2 przedstawia charakterystykę przepuszczania filtra ochronnego dla osób z zaimplementowanymi soczewkami wewnątrzgałkowymi w drugiej wersji wynalazku.

Przykład 1. Filtr wytworzono znaną technologią parowania w wysokiej próżni PVD przy asyście dział elektronowych.

Otrzymano filtr o układzie warstw

Lp.	grubość warstwy [nm]	materiał	grubość warstwy [mm]
1		szkło KG5	0,9
2	54,664	H	
3	85,924	L	
4	117,959	H	
5	84,205	L	
6	52,376	H	
7	264,129	L	
8	50,696	H	
9	64,133	L	

10	23,91	H	
11	68,094	L	
12	52,882	H	
13	90,494	L	
14		szkło VG9	1,1

gdzie:

H oznacza  $Ti_3O_5$  – materiał o wysokim współczynniku załamania

L oznacza  $SiO_2$  – materiał o niskim współczynniku załamania a

warstwa szkła KG5 znajduje się od strony oczu użytkownika.

Charakterystyka przepuszczania filtra ochronnego dla osób z zaimplementowanymi soczewkami wewnątrzgałkowymi została pokazana na wykresie Fig. 1.

Przykład 2. Filtr wytworzono znaną technologią parowania w wysokiej próżni PVD przy asyście dział elektronowych. Otrzymano filtr o układzie warstw

Lp	grubość warstwy [nm]	materiał	grubość warstwy [mm]
1		szkło KG5	1
2	61,089	H	
3	94,472	L	
4	53,337	H	
5	89,288	L	
6	54,067	H	
7	94,632	L	
8	57,256	H	
9	94,557	L	
10	56,379	H	
11	70,184	L	
12	35,167	H	
13	0,293	L	
14	3,027	H	
15	79,492	L	
16	54,095	H	
17	89,252	L	
18	29,104	H	
19	34,826	L	
20	58,551	H	
21	90,557	L	
22	119,204	H	

23	89,756	L	
24	107,678	H	
25	118,557	L	
26	78,922	H	
27	154,644	L	
28	69,412	H	
29	159,296	L	
30	73,243	H	
31	150,439	L	
32	94,228	H	
33	212,116	L	
34	62,394	H	
35		szkło NG10	1

gdzie:

H oznacza  $Ti_3O_5$  – materiał o wysokim współczynniku załamania

L oznacza  $SiO_2$  – materiał o niskim współczynniku załamania a

warstwa szkła KG5 znajduje się od strony oczu użytkownika.

Charakterystyka przepuszczania filtra ochronnego dla osób z zaimplementowanymi soczewkami wewnątrzgałkowymi została pokazana na wykresie Fig. 2.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Interferencyjny filtr optyczny do ochrony oczu dedykowany dla osób z soczewkami wewnątrzgałkowymi IOL, **znamienny tym**, że składa się następujących warstw:

Lp.	grubość warstwy [nm]	materiał	grubość warstwy [mm]
1		szkło KG5	0,9
2	54,664	H	
3	85,924	L	
4	117,959	H	
5	84,205	L	
6	52,376	H	
7	264,129	L	
8	50,696	H	
9	64,133	L	
10	23,91	H	
11	68,094	L	
12	52,882	H	
13	90,494	L	
14		szkło VG9	1,1

gdzie:

H oznacza  $Ti_3O_5$  – materiał o wysokim współczynniku załamania

L oznacza  $SiO_2$  – materiał o niskim współczynniku załamania a

warstwa szkła KG5 znajduje się od strony oczu użytkownika.

2. Interferencyjny filtr optyczny do ochrony oczu dedykowany dla osób z soczewkami wewnątrzgałkowymi IOL, **znamienny tym**, że składa się następujących warstw:

Lp	grubość warstwy [nm]	materiał	grubość warstwy [mm]
1		szkło KG5	1
2	61,089	H	
3	94,472	L	
4	53,337	H	
5	89,288	L	
6	54,067	H	
7	94,632	L	
8	57,256	H	
9	94,557	L	
10	56,379	H	
11	70,184	L	
12	35,167	H	
13	0,293	L	
14	3,027	H	
15	79,492	L	
16	54,095	H	
17	89,252	L	
18	29,104	H	
19	34,826	L	
20	58,551	H	
21	90,557	L	
22	119,204	H	
23	89,756	L	
24	107,678	H	
25	118,557	L	
26	78,922	H	
27	154,644	L	
28	69,412	H	
29	159,296	L	
30	73,243	H	
31	150,439	L	
32	94,228	H	
33	212,116	L	
34	62,394	H	
35		szkło NG10	1

gdzie:

H oznacza  $Ti_3O_5$  – materiał o wysokim współczynniku załamania  
 L oznacza  $SiO_2$  – materiał o niskim współczynniku załamania a  
 warstwa szkła KG5 znajduje się od strony oczu użytkownika.



## Rysunki

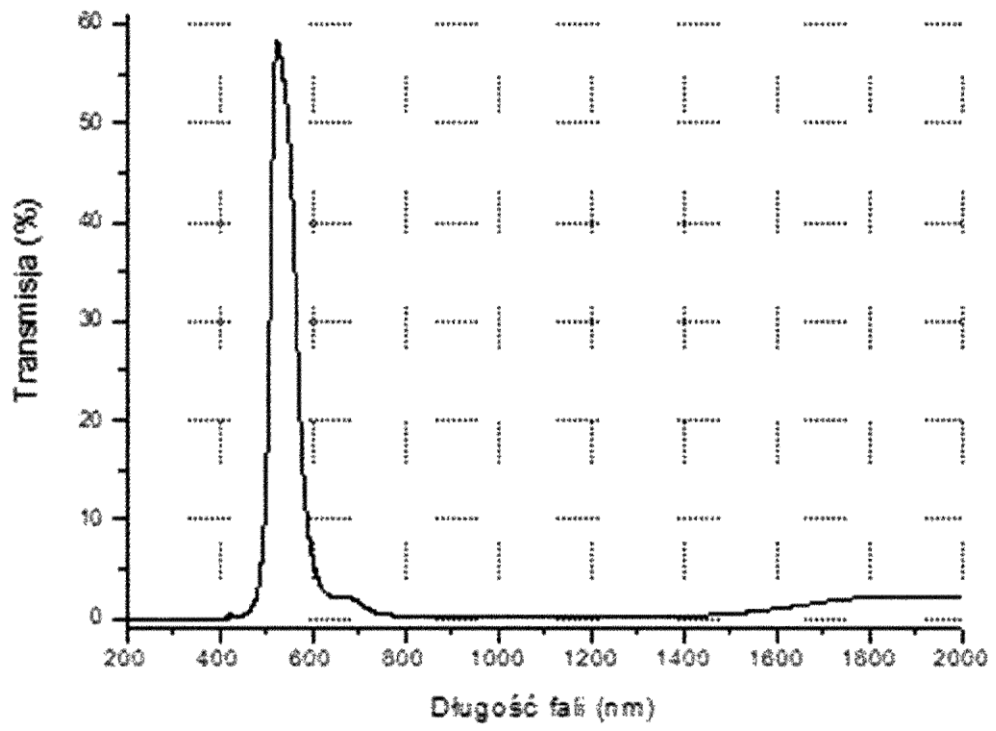


Fig. 1

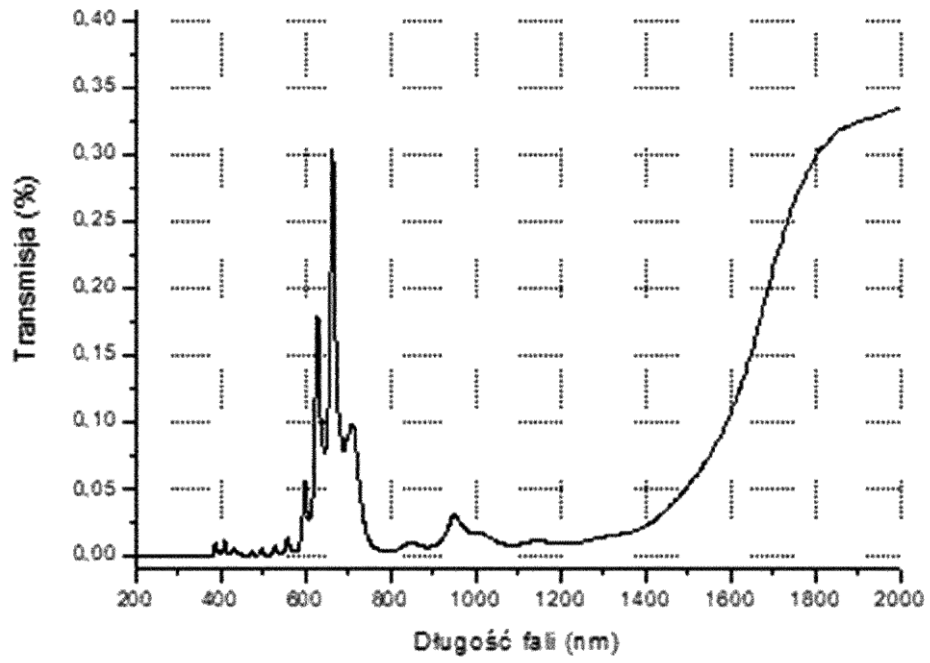


Fig. 2