

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
04. Oktober 2018 (04.10.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/177595 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 27/00 (2006.01) G02B 13/24 (2006.01)
G02B 9/62 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/000133
- (22) Internationales Anmeldedatum:
28. März 2018 (28.03.2018)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102017106837.6 30. März 2017 (30.03.2017) DE
- (71) Anmelder: CARL ZEISS AG [DE/DE]; Carl-Zeiss-Strasse 22, 73447 Oberkochen (DE).
- (72) Erfinder: MEHNERT, Henning; Langertstraße 45, 73447 Oberkochen (DE). STEINICH, Thomas; Herbststraße 29, 74072 Heilbronn (DE).
- (74) Anwalt: OSTERTAG & PARTNER PATENTANWÄLTE MBB; Epplestraße 14, 70597 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: LENS SYSTEM FOR A MACRO LENS FOR INDUSTRIAL USE IN QUALITY ASSURANCE OF A PRODUCTION PROCESS

(54) Bezeichnung: LINSENSYSTEM FÜR EIN MAKROOBJEKTIV FÜR DEN INDUSTRIELLEN EINSATZ BEI DER QUALITÄTSSICHERUNG IM PRODUKTIONSPROZESS

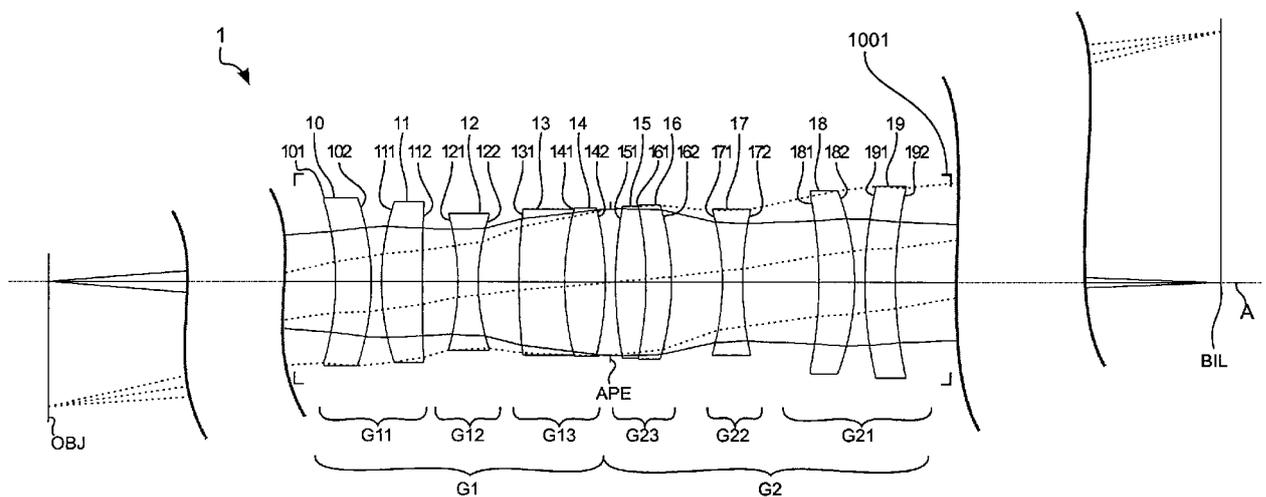


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a macro lens for industrial use in the quality assurance of a production process, the lens comprising a lens group on the object side, a lens group on the image side and an aperture stop provided therebetween. The lens group on the object side has, running from the object side to the image side, a first lens sub-group with a positive optical power, a second lens sub-group with a negative optical power and a third lens sub-group with a positive optical power, and the lens group on the image side has, running from the object side to the image side, a first lens sub-group with a positive optical power, a second lens sub-group with a negative optical power and a third lens sub-group with a positive optical power.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Makroobjektiv für den industriellen Einsatz bei der Qualitätssicherung im Produktionsprozess, mit einer objektseitigen Linsengruppe, einer bildseitigen Linsengruppe und einer dazwischen befindlichen Aperturblende, wobei die objektseitige Linsengruppe von der Objektseite zu der Bildseite eine erste Linsenuntergruppe mit einer positiven Brechkraft,



WO 2018/177595 A1

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

eine zweite Linsenuntergruppe mit einer negativen Brechkraft und einer dritte Linsenuntergruppe mit einer positiven Brechkraft aufweist, die bildseitige Linsengruppe von der Objektseite zu der Bildseite eine erste Linsenuntergruppe mit einer positiven Brechkraft, eine zweite Linsenuntergruppe mit einer negativen Brechkraft und einer dritte Linsenuntergruppe mit einer positiven Brechkraft aufweist.

Linsensystem für ein Makroobjektiv für den industriellen Einsatz bei der Qualitätssicherung im Produktionsprozess

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Linsensystem für ein Makroobjektiv für den industriellen Einsatz bei der Qualitätssicherung im Produktionsprozess, beispielsweise bei der Herstellung von Displays, ein Makroobjektiv mit einem solchen Linsensystem sowie ein System zum optischen Überprüfen von Objekten mit einem solchen Makroobjektiv.

2. Beschreibung des Standes der Technik

5 Industrielle Makroobjektive werden in der Qualitätssicherung eingesetzt. Dabei wird mittels eines Prüfaufbaus ein zu prüfendes Objekt wie beispielsweise ein sich über eine bestimmte Fläche erstreckendes Display in einem Scanprozess gerastert. Zur Erfassung der gesamten Objektbreite wird eine Vielzahl an Inspektionseinheiten, also Kamera mit Objektiv, in einer Inspektionsreihe angeordnet. Beispielsweise können die so gewonnenen Infor-
10 mationen über eine standardisierte Schnittstelle wie GigE Vision an ein vorhandenes Netzwerk und somit an eine zentrale Auswerteeinheit übertragen werden.

Es wird dabei versucht, die Anzahl an Inspektionseinheiten je Inspektionsreihe bei gleichbleibender Objektauflösung so gering wie möglich zu halten. Eine geringe Anzahl an Inspektionseinheiten je Inspektionsreihe hält den Justageaufwand, die Anschaffungskosten
15 und die verbundene Infrastruktur bei gleicher Prüfqualität niedrig.

Eine Möglichkeit, die Anzahl an Inspektionseinheiten klein zu halten, besteht darin, Objektive mit sehr guter Abbildungsleistung und einem großen Bildkreisdurchmesser einzusetzen. Dabei dürfen die Investitionskosten in ein solches Objektiv nicht die mit einer geringen Anzahl an Inspektionseinheiten verbundenen Einsparungen überkompensieren.

Momentan erhältliche industrielle Makroobjektive für den genannten Zweck weisen bei der geforderten Abbildungsleistung einen Bildkreisdurchmesser von 60 mm auf. Werden solche Objektive dennoch für eine Ausleuchtung eines Sensors mit einem Bildkreisdurchmesser von bis zu 80 mm eingesetzt, treten bereits deutliche Feldaberrationen auf. In der
5 Folge reduziert sich die Prüfqualität in unerwünschter Weise am Bildfeldrand.

Mit den bekannten Makroobjektivaufbauten lässt sich keine ausreichende Korrektur der primär feldabhängigen Aberrationen wie beispielsweise die Bildfeldwölbung oder der Astigmatismus erreichen. Dadurch sind die Bildkreisdurchmesser auf maximal $2y' = 80$ mm bei bereits merkbaren Abstrichen an der Bildqualität am Bildfeldrand limitiert.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

10 Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Linsensystem für ein Makroobjektiv für den genannten Einsatzzweck anzugeben, das einen größeren Bildkreisdurchmesser bietet als die momentan bekannten Objektive.

Des Weiteren ist es eine Aufgabe, ein Linsensystem für ein Makroobjektiv anzugeben, das für bestehende Inspektionsstationen mit einer festgelegten optischen Übertragungslänge,
15 also dem Abstand zwischen Objekt und Bild, und einem festgelegten Abbildungsmaßstab eine bessere Abbildungsleistung bietet.

Die Aufgabe wird durch ein Linsensystem für ein Makroobjektiv mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1, durch ein Makroobjektiv mit einem solchen Linsensystem sowie durch ein System zum optischen Überprüfen von Objekten mit einem solchen Makro-
20 objektiv gelöst. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Das erfindungsgemäße Linsensystem weist eine objektseitige Linsengruppe, eine bildseitige Linsengruppe und eine dazwischen befindliche Aperturblende auf. Die objektseitige Linsengruppe weist, von der Bildseite zu der Objektseite, eine erste Linsenuntergruppe mit
25 einer positiven Brechkraft, eine zweite Linsenuntergruppe mit einer negativen Brechkraft

und eine dritte Linsenuntergruppe mit einer positiven Brechkraft auf. Die bildseitige Linsengruppe weist, von der Objektseite zu der Bildseite, eine erste Linsenuntergruppe mit einer positiven Brechkraft, eine zweite Linsenuntergruppe mit einer negativen Brechkraft und eine dritte Linsenuntergruppe mit einer positiven Brechkraft auf. Die beiden Linsengruppen sind also aus Linsenuntergruppen aufgebaut, deren Brechkraftverteilung positiv-negativ-positiv symmetrisch um die Aperturblende angeordnet ist.

Bei bevorzugten Ausführungsformen des Linsensystems können folgende Merkmale alleine oder in beliebiger Kombination vorgesehen sein:

Die erste Linsenuntergruppe der objektseitigen Linsengruppe aus ein zwei Einzellinsen.

10 Die zweite Linsenuntergruppe der objektseitigen Linsengruppe besteht im Wesentlichen aus ein bis drei Einzellinsen oder einem Kittglied.

Die dritte Linsenuntergruppe der objektseitigen Linsengruppe besteht im Wesentlichen aus einer Einzellinse und/oder einem Kittglied.

15 Die erste Linsenuntergruppe der bildseitigen Linsengruppe besteht im Wesentlichen aus ein oder zwei Einzellinsen.

Die zweite Linsenuntergruppe der bildseitigen Linsengruppe besteht im Wesentlichen aus ein bis drei Einzellinsen oder einem Kittglied.

Die dritte Linsenuntergruppe der bildseitigen Linsengruppe besteht im Wesentlichen aus einer Einzellinse oder/und einem Kittglied.

20 Der Ausdruck „besteht im Wesentlichen aus“ bedeutet, dass das optische Linsensystem zusätzlich zu den oben als Bestandteil erwähnten Linsen auch Linsen, deren betragsmäßige Brennweite größer oder gleich der Gesamtbrennweite des Systems ist aufweisen kann und die somit praktisch keine Brechkraft aufweisen, andere optische Elemente als Linsen wie eine Blende, eine Maske, eine Glasabdeckung oder/und einen Filter, mechanische Komponenten wie Linsenflansche, einen Linsentubus, ein Bildgebungselement oder/und einen
25 Kameraverwacklungs-Korrekturmechanismus umfassen kann.

Vorzugsweise liegt der Abbildungsmaßstab des Linsensystems in einem Intervall von $\beta' = -0.7$ bis $\beta' = -5.0$.

Bei einer Weiterentwicklung ist vorgesehen, dass in zumindest einer der Linsenuntergruppen, vorzugsweise in allen Linsenuntergruppen, ein optisches Element eine solche anomale Teildispersion von $|\Delta P_{g,F}| \geq 0.01$ aufweist, dass eine spektral sehr breite Korrektur, insbesondere ein reduziertes sekundäres Spektrum, gelingt.

Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, dass für einen Restfehler X der Farblängsfehlerkorrektur des Linsensystems innerhalb eines geschlossenen Abbildungsmaßstab-Intervalls von $[-0,7; -5,0]$ gilt:

10 $\frac{f'(gesamt)}{\lambda_{430nm...687nm}} < \frac{1}{1000}$. Bevorzugt liegt die bildseitige numerische Apertur des Linsensystems bei $NA' \geq 0.04$.

Bei einer konkreten Ausgestaltung des Linsensystems ist die Abbildungsleistung, gemessen als Standardabweichung des polychromatischen Wellenfrontfehlers gemäß dem Maréchal-Kriterium – $Wellenfront_RMS \leq \lambda/14'$ – nur von der Beugung begrenzt.

15 Es ist mit dem erfindungsgemäßen Linsensystem möglich, das Auftreten einer künstlichen Vignettierung von der Sensormitte bis zum Rand zu vermeiden, damit die beugungsbegrenzt notwendige Apertur und die gewünschte Auflösung bis zum Sensorrand gewährleistet sind.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform genügt das Verhältnis zwischen der Gesamtbrennweite f' und der Sensordiagonale $2y'(max)$ folgender Bedingung:

$$\frac{2y'(max)}{f'(gesamt)} \geq 0,8$$

Bei einer ebenfalls vorteilhaften Ausführungsform weist die erste Linsenuntergruppe der objektseitigen Linsengruppe eine objektseitige Meniskuslinse auf. Vorteilhafterweise liegen die Krümmungsmittelpunkte der Meniskuslinse objektseitig der Meniskuslinse.

Eine ebenfalls vorteilhafte Ausführungsform des Linsensystems sieht vor, dass die erste Linsenuntergruppe der bildseitigen Linsengruppe eine bildseitige Meniskuslinse aufweist. Vorteilhafterweise liegen die Krümmungsmittelpunkte der bildseitigen Meniskuslinse bildseitig der Meniskuslinse.

- 5 Sowohl für die objektseitige als auch für die bildseitige Meniskuslinse gilt:

$$\frac{f'(M)}{f'(\text{gesamt})} \geq |2.4|,$$

wobei $f'(M)$ die Brennweite der Meniskuslinse und $f'(\text{gesamt})$ die Brennweite des Makroobjektivs ist.

- Es kann bei einer Ausführungsform vorgesehen sein, dass für den Absolutwert der Brennweiten der äußeren Menisken gilt:

$$|f'(\text{äußerste Menisken})| \leq 300 \text{ mm}$$

- Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Krümmungsmittelpunkt der Linsenoberfläche der dritten Linsenuntergruppe der objektseitigen Linsengruppe, welche der Aperturblende unmittelbar benachbart ist, objektseitig liegt oder/und der Krümmungsmittelpunkt der Linsenoberfläche der dritten Linsenuntergruppe der bildseitigen Linsengruppe, welche der Aperturblende unmittelbar benachbart ist, bildseitig liegt und für der Krümmungsradius R der jeweiligen Linsenoberfläche folgende Bedingung gilt:

$$0 \leq \frac{f'(\text{gesamt})}{|R|} \leq 2.$$

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

- Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen:

Figur 1 einen Linsenschnitt einer ersten Ausführungsform mit einem ersten Abbildungsmaßstab;

- Figur 2 einen Linsenschnitt einer zweiten Ausführungsform mit einem zweiten Abbildungsmaßstab;
- Figur 3 einen Linsenschnitt einer dritten Ausführungsform mit einem dritten Abbildungsmaßstab,
- 5 Figur 4 ein Prüfsystem mit einem Makroobjektiv gemäß einer der Figuren 1-3.

BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Figur 1 zeigt eine erste Ausführungsform eines Makroobjektivs 1001 mit einem optischen Linsensystem 1 in einem maßstabsgetreuen Linsenschnitt. Das hier als Ausführungsform beschriebene Linsensystem 1 weist einen Abbildungsmaßstab β' von -2 auf, ist als zweiteiliges Linsensystem aufgebaut und weist entlang einer zentralen optischen Achse A einer
10 erste Linsengruppe G1 und eine zweite Linsengruppe G2 mit jeweils drei Linsenuntergruppen auf.

Die Linsenuntergruppen der ersten Linsengruppe G1 sind mit G11, G12 und G13 bezeichnet, die der zweiten Linsengruppe G2 mit G23, G22 und G21. Die Abfolge der Brechkraft der einzelnen Linsenuntergruppen ist in jeder Linsengruppe G1, G2 positiv – negativ – po-
15 sitiv. Dies bedeutet konkret, dass die Brechkraft der außen befindlichen ersten Linsenuntergruppe G11 der ersten Linsengruppe G1 positiv, der mittleren zweiten Linsenuntergruppe G12 der ersten Linsengruppe G1 negativ und der innen befindlichen dritten Linsenuntergruppe G13 der ersten Linsenuntergruppe G1 positiv ist.

Die Brechkraftverteilung der zweiten Linsengruppe G2 ist gleich, d.h. die Brechkraft der au-
20 ßen befindlichen ersten Linsenuntergruppe G21 der zweiten Linsengruppe G2 ist positiv, der mittleren zweiten Linsenuntergruppe G22 der zweiten Linsengruppe G2 ist negativ und die der innen befindlichen dritten Linsenuntergruppe G23 ist positiv.

Zwischen den beiden Linsengruppen G1, G2 ist eine Aperturblende APE vorgesehen. Die in den Figuren gezeigten Aperturen oder Blenden stellen nicht notwendigerweise Größe und

Form maßstabsgetreu dar, sondern geben die Position der Blende/Apertur entlang der optischen Achse A an.

Der Aufbau des Linsensystems wird nun nachfolgend von links nach rechts, also von Objektseite zu Bildseite, beschrieben. Die Abstände zwischen Objekt und objektseitig erster
5 Linse sowie zwischen bildseitig letzter Linse und Bild sind aus Darstellungsgründen verkürzt. Die eingezeichneten Zentral- und Randstrahlen sind hier entsprechend verkürzt dargestellt.

Die objektseitig erste Linsengruppe G11 weist eine insgesamt positive Brechkraft und objektseitig eine Meniskuslinse 10 auf. Die Meniskuslinse 10 ist aus einem Flintglas mit einer
10 Abbezahl v_d von 24,42 und einem Brechungsindex n_d von 1,805181 gefertigt. Alle Angaben bezüglich Abbezahl und Brechungsindex gelten bezüglich der Fraunhofer-Linie d bei der Wellenlänge 587,5618 nm. Die Meniskuslinse 10 weist objektseitig eine konkave Oberfläche 101 und bildseitig eine konvexe Oberfläche 102 auf. Die konkave Oberfläche 101 ist, wie alle Oberflächen dieses Ausführungsbeispiels, sphärisch und besitzt einen Krümmungsradius, der beispielsweise bei -57,8965 mm liegen kann.
15

Grundsätzlich gilt jedoch, dass optische Systeme wie das hier beschriebene proportional vergrößert oder verkleinert werden können, beispielsweise zur Anpassung an eine andere Bildgröße, und somit die hier angegebenen Radien, Durchmesser, Dicken und Abstände lediglich beispielhaft zu verstehen sind.

20 Der Krümmungsradius der bildseitigen konvexen Oberfläche 102 ist kleiner als der Radius der objektseitigen Oberfläche 101 und beträgt -53,4548 mm. Die Krümmungsmittelpunkte der beiden Oberflächen 101, 102 der ersten objektseitigen Meniskuslinse 10 liegen objektseitig. Der Abstand der Scheitelpunkte der beiden Oberflächen 101, 102 der Meniskuslinse 10 liegen 7,00 mm auseinander.

25 Als insgesamt zweite Linse und als zweite Linse in der Linsenuntergruppe G11 ist eine konvex-konkav gestaltete Linse 11 vorgesehen. Die zweite Linse 11 ist aus Kronglas mit einer Abbezahl von 67,74 und einem Brechungsindex von 1,595220.

Die zweite Linse 11 weist eine objektseitige erste konvex gekrümmte Oberfläche 111 auf, die einen Krümmungsradius von 52,9806 mm aufweist. Der Scheitelpunkt der konvexen Oberfläche 111 ist 2,00 mm von dem Scheitelpunkt der bildseitigen zweiten Oberfläche 102 der Meniskuslinse 10 entfernt.

- 5 Die bildseitige zweite konkav gekrümmte Oberfläche 112 weist einen Krümmungsradius von 407,9243 mm auf, ihr Scheitelpunkt ist 7,00 mm von dem Scheitelpunkt der objektseitigen Oberfläche 111 entfernt.

Die erste Linse 10 und die zweite Linse 11 bilden zusammen die erste Linsenuntergruppe G11 insgesamt positiver Brechkraft.

- 10 Die zweite Linsenuntergruppe G12 weist eine negative Brechkraft auf und besteht im Wesentlichen aus einer Einzellinse, nämlich der dritten Linse 12. Die dritte Linse 12 ist aus Flintglas gefertigt, besitzt eine Abbezahl von 42,41 und einen Brechungsindex von 1,637750. Die objektseitige konkav gekrümmte Oberfläche 121 weist einen Krümmungsradius von - 51,8151 mm auf, die bildseitige, ebenfalls konkav gekrümmte Oberfläche 122
- 15 weist einen Krümmungsradius von 42,5852 mm auf. Der Scheitelpunkt der bildseitigen Oberfläche 122 ist 4,00 mm von dem Scheitelpunkt der objektseitigen Oberfläche 121 entfernt.

- Die dritte Linsenuntergruppe G13 weist eine positive Brechkraft auf besteht im Wesentlichen aus einem Kittglied, das aus einer objektseitigen vierten Linse 13 und einer bildseitigen
- 20 gen fünften Linse 14 mit unterschiedlichen Glasarten zusammengesetzt ist. Auf die optischen Eigenschaften der Kittstelle zwischen den beiden Linsen 13, 14 wird nicht näher eingegangen, da deren Einfluss auf das Gesamtsystem als vernachlässigbar angesehen wird.

- Die vierte Linse 13 weist objektseitige eine konvex gekrümmte Oberfläche 131 auf, die einen Krümmungsradius von 135,8602 mm aufweist. Der Scheitelpunkt der Oberfläche 131
- 25 ist 8,00 mm von dem Scheitelpunkt der bildseitigen Oberfläche 122 der dritten Linse 12 beabstandet.

Die bildseitige Oberfläche der vierten Linse 13 ist identisch in ihrer Geometrie mit der objektseitigen Oberfläche 141 der fünften Linse 14. Sie ist konvex bezogen auf die fünfte Linse 14 geformt und weist einen Krümmungsradius von 59,0741 mm auf, ihr Scheitelpunkt ist 9,00 mm von dem der objektseitigen ersten Oberfläche 131 der vierten Linse 13
5 entfernt.

Die fünfte Linse 14 ist ebenfalls aus Kronglas gefertigt, besitzt eine Abbezahl von 67,74 und ein Brechungsindex von 1,595220. Die bildseitige zweite Oberfläche 142 der fünften Linse 14 ist ebenfalls konvex geformt, besitzt einen Krümmungsradius von -63,4152 mm und ihr Scheitelpunkt ist 8,00 mm von dem Scheitelpunkt der objektseitigen ersten Oberfläche 141 der fünften Linse 14 entfernt.
10

An die fünfte Linse 14 schließt sich in einem Abstand von 1,00 mm eine Aperturblende an.

In einem weiteren Abstand von 1,00 mm liegt der Scheitelpunkt der objektseitigen ersten Oberfläche 151 der sechsten Linse 15, die zusammen mit einer siebten Linse 16 ein Kittglied bildet. Dieses Kittglied bildet wiederum die dritte Linsenuntergruppe G23 der bildseitigen Linsengruppe G2.
15

Der Krümmungsradius der objektseitigen konvexen Oberfläche 151 beträgt 82,5025 mm, sein Scheitelpunkt ist 6,00 mm von dem Scheitelpunkt der objektseitigen ersten konkav geformten Oberfläche 161 der siebten Linse 16 entfernt. Die sechste Linse 15 ist aus dem gleichen Kronglas wie die fünfte Linse 14 gefertigt, es weist eine Abbezahl von 67,74 und
20 einem Brechungsindex von 1,595220 auf.

Die siebte Linse 16 ist ebenfalls es einem Kronglas gefertigt, weist eine Abbezahl von 56,81 und einen Brechungsindex von 1,607379 auf. Die bereits erwähnte objektseitige erste Oberfläche 161 weist einen Radius von -67,1127 mm auf. Der Scheitelpunkt der objektseitigen Oberfläche 161 ist 5,00 mm von dem Scheitelpunkt der bildseitigen zweiten konvexen Oberfläche 162 entfernt.
25

Die zweite konvexe objektseitige Oberfläche 162 weist einen Krümmungsradius von -54,9014 mm auf.

An das die dritte Linsenuntergruppe G23 mit positiver Brechkraft bildende Kittglied schließt sich in einem Abstand von 10,00 mm – bezogen auf die Scheitelpunkte der Oberflächen – die achte Linse 17 an, welche die zweite Linsenuntergruppe G22 mit negativer Brechkraft bildet.

- 5 Die achte Linse 17 weist objektseitig eine konkav gekrümmte Oberfläche 171 mit einem Krümmungsradius von - 55,0234 mm auf, bildseitig ist eine ebenfalls konkav gekrümmte Oberfläche 172 mit einem Krümmungsradius von 68,6862 mm vorgesehen. An ihren Scheitelpunkten sind die Oberflächen 171, 172 4,00 mm voneinander beanstandet. Die achte Linse 17 ist aus einem Flintglas mit einer Abbezahl von 42,41 und einem Brechungs-
- 10 index von 1,637750 gefertigt.

Die sich daran anschließende erste Linsenuntergruppe G21 der zweiten Linsengruppe G2 besteht im Wesentlichen aus zwei Meniskuslinsen 18, 19.

- Die objektseitige erste Linse 18 der ersten Linsenuntergruppe G21 ist wiederum aus dem Kronglas der fünften Linse 14 und der sechsten Linse 15 gefertigt, das eine Abbezahl von
- 15 67,74 und einen Brechungsindex von 1,595220 aufweist. Die objektseitige Oberfläche 181 der neunten Linse 18 ist konkav geformt, ihr Scheitelpunkt ist 15,00 mm von dem Scheitelpunkt der bildseitigen zweiten Oberfläche 172 der achten Linse 17 entfernt und weist einen Krümmungsradius von -89,8561 mm auf. Die zweite bildseitige Oberfläche 182 ist konvex geformt, weist einen Krümmungsradius von -52,0433 mm auf und ist 7,00 mm von
- 20 dem Scheitelpunkt der objektseitigen ersten Oberfläche 181 entfernt.

- Die zehnte Linse 19 bildet zusammen mit der neunten Linse 18 die erste Linsenuntergruppe G21. Die zehnte Linse 19 ist aus einem Flintglas mit einer Abbezahl von 18,90 und einem Brechungsindex von 1,922860 gefertigt. Die objektseitige erste konvexe Oberfläche 191 weist einen Krümmungsradius von 85,7767 auf. Ihr Scheitelpunkt ist 2,00 mm von dem
- 25 Scheitelpunkt der zweiten bildseitigen Oberfläche 182 der neunten Linse 18 entfernt. Die zweite bildseitige konkav geformte Oberfläche 192 der zehnten Linse 19 weist einen Krümmungsradius von 88,7231 mm auf; ihr Scheitelpunkt ist 6,00 mm von dem Scheitelpunkt der ersten objektseitigen Oberfläche 191 entfernt.

Das Objekt OBJ ist 126,58 mm von dem Scheitelpunkt der ersten Oberfläche 101 der ersten Linse 10 entfernt. Das Bild BIL ist 303,40 mm von dem Scheitelpunkt der zweiten Oberfläche 192 der zehnten Linse 19 entfernt.

Die Oberflächenbezeichnungen, Radien, Dicken und Materialangaben sind in der nachfolgenden Tabelle noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

	Oberfläche	Radius [mm]	Dicke bzw. Abstand [mm]	Medium Abbezahl	Medium Brechungsindex
OBJ			126,58		
10	101	-57,8965	7,00	25,42	1,805181
	102	-53,4548	2,00		
11	111	52,9806	8,00	67,74	1,595220
	112	407,9243	7,00		
12	121	-51,8151	4,00	42,41	1,637750
	122	42,5825	8,00		
13	131	135,8602	9,00	60,64	1,603112
14	141	59,0741	8,00	67,74	1,595220
	142	-63,4152	1,00		
APE			1,00		
15	151	82,5024	6,00	67,74	1,595220
16	161	-76,1127	5,00	56,81	1,607379
	162	-54,9014	10,00		
17	171	-55,0234	4,00	42,41	1,637750
	172	68,6862	15,00		
18	181	-89,8561	7,00	67,74	1,595220
	182	-52,0433	2,00		
19	191	85,7767	6,00	18,90	1,922860
	192	88,7231	303,40		
BIL					

Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform eines Makroobjektivs 1002 eines optischen Linsensystems 2 in einem maßstabgetreuen Linsenschnitt. Das in Figur 2 gezeigte Linsensystem 2 weist einen Abbildungsmaßstab β' von -5 auf. Das Linsensystem weist den prinzipiell gleichen Aufbau auf wie das als erstes Ausführungsbeispiel beschriebene Linsensystem 1, d.h. es weist zwei Linsengruppen G1 und G2 mit jeweils drei Linsenuntergruppen G11, G12, G13 bzw. G23, G22, G21 auf. Die Abfolge der Brechkraft in den Linsenuntergruppen ist jeweils positiv – negativ – positiv.

Es ergibt sich wiederum ein Linsensystem mit zehn Linsen. Die Abfolge der einzelnen Linsen von Objekt zu Bild und ihre Zugehörigkeit zu den Linsenuntergruppen sind wie folgt:

Einer erste Meniskuslinse 20 mit einer objektseitigen konkaven Oberfläche 201 und einer bildseitigen konvexen Oberfläche 202 bildet zusammen mit einer zweiten Linse 21, die
5 eine objektseitige konvexe Oberfläche 211 und eine bildseitige konvexe Oberfläche 222 aufweist, die erste Linsenuntergruppe G11 mit positiver Brechkraft der ersten Linsengruppe G1.

Die zweite Linsenuntergruppe G12 wird durch ein Kittglied aus einer dritten Linse 22, die eine objektseitige konvexe Oberfläche 221 aufweist, und einer vierten Linse 23 mit einer
10 objektseitigen konkaven Oberfläche 231 und einer bildseitigen konkaven Oberfläche 232 gebildet. Die zweite Linsenuntergruppe G12 weist eine negative Brechkraft auf.

Die dritte Linsenuntergruppe G13 der ersten Linsengruppe G1 wird durch eine einzelne Meniskuslinse, nämlich die fünfte Linse 24, gebildet, die eine objektseitige konvexe Oberfläche 241 und eine bildseitige konkave Oberfläche 242 aufweist.

15 An die dritte Linsenuntergruppe G13 der ersten Linsengruppe G1 schließt sich die dritte Linsenuntergruppe G23 mit positiver Brechkraft der zweiten Linsengruppe G2 an. Zwischen den beiden Linsenuntergruppen ist die Aperturblende APE angeordnet.

Die dritte Linsenuntergruppe G23 der zweiten Linsengruppe G2 besteht im Wesentlichen aus einer einzelnen Meniskuslinse, nämlich der sechsten Linse 25, die eine objektseitige
20 konkave Oberfläche 251 und eine bildseitige konvexe Oberfläche 252 aufweist.

Die zweite Linsenuntergruppe G22 der zweiten Linsengruppe G2 weist wiederum eine negative Brechkraft auf und umfasst ein Kittglied. Das Kittglied besteht im Wesentlichen aus einer siebten Linse 26 mit einer objektseitigen konkaven Oberfläche 261, deren Geometrie weitgehend derjenigen der nah benachbarten bildseitigen Oberfläche 252 der sechsten
25 Linse 25 folgt. Bildseitig schließt sich über die Kittstelle die objektseitige konvexe Oberfläche 271 der achten Linse 27 an, mit der die siebte Linse 26 das Kittglied bildet. Die achte Linse 27 weist bildseitig eine konvexe Oberfläche 272 auf.

Die erste Linsenuntergruppe G21 der zweiten Linsengruppe G2 weist eine positive Brechkraft auf und besteht im Wesentlichen aus einer bikonvexen neunten Linse 28 mit einer objektseitigen Oberfläche 281 und einer bildseitigen Oberfläche 282 sowie aus einer Meniskuslinse 29 mit einer objektseitigen konvexen Oberfläche 291 und einer konkaven bildseitigen Oberfläche 292.

Die Krümmungsradien, Dicken und Glasparameter der Linsen ergeben sich aus der nachfolgenden Tabelle:

	Oberfläche	Radius [mm]	Dicke bzw. Abstand [mm]	Medium Abbezahl	Medium Brechungsindex
OBJ			55,790000		
20	201	-29,457900	11,48	55,89	1,651130
	202	-41,2306	4,4		
21	211	140,8312	18,75	94,93	1,438750
	212	-54,3099	0,1		
22	221	42,6238	14,90	81,54	1,496999
23	231	-38,2808	4,34	64,14	1,516330
	232	30,1698	6,097915		
24	241	119,3927	3,38	40,51	1,730770
	242	281,9272	2,41		
APE			7,63		
25	251	-28,6462	6,66	18,90	1,922860
	252	-31,9763	1,02		
26	261	-34,4893	10,04	47,23	1,54072
27	271	100,6113	14,68	94,93	1,438750
	272	-52,4873	2,02		
28	281	134,5050	19,47	81,54	1,496999
	282	-74,2924	4,09		
29	291	86,1528	6,99	54,68	1,729157
	292	61,1084	585,11		
BIL					

Figur 3 zeigt eine dritte Ausführungsform eines Makroobjektivs 1003 des optischen Linsensystems 3 in einem maßstabgetreuen Linsenschnitt. Das in Figur 3 gezeigte Linsensystem 3 weist einen Abbildungsmaßstab β' von -0,7 auf. Das Linsensystem weist wiederum den prinzipiell gleichen Aufbau wie die vorhergehend beschriebenen beiden Ausführungs-

formen auf. Es lässt sich in zwei Linsengruppen G1, G2 gliedern, die jeweils drei Linsenuntergruppen G11, G12, G13 bzw. G23, G22, G21 aufweisen. In den Linsenuntergruppen ist die Abfolge der Brechkraft jeweils positiv – negativ – positiv.

Das Linsensystem 3 weist dreizehn Linsen auf, von denen vier zu zwei Kittgliedern gefügt sind. Die Abfolge der einzelnen Linsen von Objekt zu Bild und ihre Zugehörigkeit zu den Linsenuntergruppen sind wie folgt:

Die erste Linsenuntergruppe G11 der ersten Linsengruppe G1 weist eine positive Brechkraft auf und besteht im Wesentlichen aus einer ersten objektseitigen Meniskuslinse 30 mit einer objektseitigen konvexen Oberfläche 301 und einer bildseitigen konkaven Oberfläche 302 sowie einer bildseitigen zweiten Meniskuslinse 31 mit einer objektseitigen konvexen Oberfläche 311 und einer bildseitigen konkaven Oberfläche 312.

Die zweite Linsenuntergruppe G12 der ersten Linsengruppe G1 weist eine insgesamt negative Brechkraft auf und besteht im Wesentlichen aus zwei Einzellinsen. Eine dritte Meniskuslinse 32 weist objektseitig eine konkave Oberfläche 321 und bildseitig eine konvexe Oberfläche 322 auf. Die vierte Linse 33 ist bikonkav und weist objektseitig eine konkave Oberfläche 331 und bildseitig eine konkave Oberfläche 332 auf.

Die dritte Linsenuntergruppe G13 der ersten Linsengruppe G1 weist eine insgesamt positive Brechkraft auf und besteht im Wesentlichen aus einem Kittglied und einer bikonkaven Einzellinse. Das Kittglied setzt sich aus einer fünften Linse 34 mit einer objektseitig konvexen Oberfläche 341 und einer sechsten Linse 35 zusammen, die objektseitig eine konvexe Oberfläche 351, an welche die fünfte Linse 34 angekittet ist, und bildseitig eine konkave Oberfläche 352 aufweist. Die weitere zu der dritten Linsengruppe G13 gehörige Einzellinse ist die siebte bikonkave Linse 36 mit einer objektseitigen Oberfläche 361 und einer bildseitigen Oberfläche 362.

Die dritte Linsenuntergruppe G23 der zweiten Linsengruppe G2 wird aus einem Kittglied mit positiver Brechkraft gebildet, das sich aus der achten Linse 37 und der neunten Linse 38 zusammensetzt. Die achte Linse 37 ist bikonvex mit einer objektseitigen Oberfläche

371, die neunte Linse 38 ist meniskenförmig mit einer konkaven objektseitigen Oberfläche 381, an die objektseitig die achte Linse 37 angekittet ist, und einer konvexen bildseitigen Oberfläche 382, ausgebildet.

Die zweite Linsenuntergruppe G22 der zweiten Linsengruppe G2 wird aus der zehnten
5 Linse 39 und der elften Linse 40 gebildet, die zusammen eine negative Brechkraft aufweisen. Die zehnte Linse 39 ist bikonkav mit einer objektseitigen Oberfläche 391 und einer bildseitigen Oberfläche 392, die elfte Linse 40 ist als Meniskuslinse ausgebildet mit einer konvexen objektseitigen Oberfläche 401 und einer objektseitigen konkaven Oberfläche 402.

10 Die erste Linsenuntergruppe G21 der zweiten Linsengruppe G2 besteht im Wesentlichen aus zwei Meniskuslinsen 41, 42. Die objektseitig erste dieser Meniskuslinsen bildet die zwölfte Linse 41, die objektseitig eine konkave Oberfläche 411 und bildseitig eine konvexe Oberfläche 412 aufweist. Die zweite, bildseitige Meniskuslinse ist die dreizehnte Linse 42, die ebenfalls objektseitig eine konkave Oberfläche 421 und bildseitig eine konvexe Oberfläche 422 aufweist.
15

Die Krümmungsradien, Dicken und Glasparameter der Linsen ergeben sich aus der nachfolgenden Tabelle:

	Oberfläche	Radius [mm]	Dicke bzw. Abstand [mm]	Medium Abbezahl	Medium Brechungsindex
OBJ			247,95		
30	301	65,8101	4,10	20,88	1,922860
	302	72,1429	0,10		
31	311	32,9506	4,59	56,65	1,607381
	312	25,3506	21,48		
32	321	-36,5855	5,37	42,41	1,637750
	322	-46,6728	0,10		
33	331	-407,6229	2,99	42,41	1,637750
	332	103,5969	0,10		
34	341	50,9480	3,00	57,05	1,622799
35	351	26,5492	6,79	58,90	1,518229
	352	324,3110	3,46		
36	361	122,8624	5,98	67,74	1,595220
	362	-74,9701	0,10		
APE			0,10		
37	371	62,3316	13,00	67,74	1,595220
38	381	-25,6438	5,34	55,98	1,568827
	382	-82,5525	0,91		
39	391	-117,5077	2,00	42,41	1,637750
	392	42,2998	5,88		
40	401	69,6743	4,00	56,36	1,568832
	402	107,6364	17,88		
41	411	-24,8805	6,00	55,98	1,568827
	412	-36,6264	0,1		
42	421	-67,5202	4,68	27,51	1,755199
	422	-52,4329	154,07		
BIL					

Figur 4 veranschaulicht ein Prüfsystem 2000. Das Prüfsystem 2000 ist zur optischen Inspektion von Oberflächen von Objekten 2001 ausgelegt. Die zu inspizierenden Oberflächen erstrecken sich bevorzugterweise in einer Ebene. Bei den zu inspizierenden Oberflächen kann es sich beispielsweise um Displays handeln.

Das Prüfsystem 2000 weist eine Inspektionskamera-Anordnung 2005 mit einer Anzahl an Inspektionskameras 2006 mit jeweils einem Makroobjektiv 1001 mit einem Linsensystem auf. Je nach Anwendungsfall kann auch ein anderes Makroobjektiv 1002, 1003 oder ein Makroobjektiv mit einer anderen geeigneten Brennweite gemäß der Erfindung eingesetzt

sein. Die Anzahl an Inspektionskameras 2006 ist in der in Figur 4 gezeigten Ausführungsform als Reihe 2008 angeordnet.

Das Prüfsystem 2000 weist in dieser Ausführungsform eine Fördereinrichtung 2004 auf, die in dieser Ausführungsform das zu inspizierende Objekt 2001 horizontal entlang einer Förderrichtung 2002 relativ zu der Reihe 2008, insbesondere senkrecht zu der Reihe 2008, fördert. Bei der Fördereinrichtung 2004 kann es sich beispielsweise um ein Förderband oder einen Verschiebetisch handeln. Selbstverständlich kann die Fördereinrichtung 2004 auch für eine Förderbewegung in andere Richtungen als in der Horizontalen ausgelegt sein. Des Weiteren kann alternativ auch vorgesehen sein, anstelle des Objekts 2001 die Inspektionskamera-Anordnung 2005 relativ zu dem zu inspizierenden Objekt 2001 zu bewegen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Linsensystem (1) für ein Makroobjektiv für den industriellen Einsatz bei der Qualitätssicherung im Produktionsprozess, mit
 - a) einer objektseitigen Linsengruppe (G1), einer bildseitigen Linsengruppe (G2) und einer dazwischen befindlichen Aperturblende (APE), wobei
 - 5 b) die objektseitige Linsengruppe (G1) von der Objektseite zu der Bildseite eine erste Linsenuntergruppe (G11) mit einer positiven Brechkraft, eine zweite Linsenuntergruppe (G12) mit einer negativen Brechkraft und einer dritte Linsenuntergruppe (G13) mit einer positiven Brechkraft aufweist,
 - c) die bildseitige Linsengruppe (G2) von der Objektseite zu der Bildseite eine erste
10 Linsenuntergruppe (G23) mit einer positiven Brechkraft, eine zweite Linsenuntergruppe (G22) mit einer negativen Brechkraft und einer dritte Linsenuntergruppe (G21) mit einer positiven Brechkraft aufweist.
2. Linsensystem nach Anspruch 1, wobei
 - a) die erste Linsenuntergruppe (G11) der objektseitigen Linsengruppe aus ein oder
15 zwei Einzellinsen (10, 11),
 - b) die zweite Linsenuntergruppe (G12) der objektseitigen Linsengruppe aus ein bis drei Einzellinsen (12) oder einem Kittglied,
 - c) die dritte Linsenuntergruppe (G13) der objektseitigen Linsengruppe aus einer Einzellinse oder/und einem Kittglied (13, 14),
 - 20 d) die erste Linsenuntergruppe (G21) der bildseitigen Linsengruppe aus ein oder zwei Einzellinsen (18, 19),
 - e) die zweite Linsenuntergruppe (G22) der bildseitigen Linsengruppe aus ein bis drei Einzellinsen (17) oder einem Kittglied, oder/und

- f) die dritte Linsenuntergruppe (G23) der bildseitigen Linsengruppe aus einer Einzellinse oder/und einem Kittglied (15, 16) aufgebaut ist.
3. Linsensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Abbildungsmaßstab des Linsensystems (1) in einem Intervall von $\beta' = -0.7$ bis $\beta' = -5.0$ liegt.
- 5 4. Linsensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in zumindest einer der Linsenuntergruppen ein optisches Element eine anomale Teildispersion von $|\Delta P_{g,F}| \geq 0.01$ aufweist.
5. Linsensystem einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei für einen Restfehler X der Farblängsfehlerkorrektur des Linsensystems innerhalb eines geschlossenen Abbildungsmaßstab-Intervalls von $[-0,7; -5,0]$ gilt:
- 10

$$\frac{f'(\text{gesamt})}{X_{430\text{nm} \dots 687\text{nm}}} < \frac{1}{1000}$$

6. Linsensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei für die bildseitige numerische Apertur NA' gilt: $NA' \geq 0.04$.
7. Linsensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abbildungsleistung, gemessen als Standardabweichung des polychromatisches Wellenfrontfehlers gemäß dem Maréchal-Kriterium – $\text{Wellenfront_RMS} \leq \lambda/14'$ – nur von der Beugung begrenzt ist.
- 15
8. Linsensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen der Gesamtbrennweite f' des Linsensystem und einer Sensordiagonale $2y'(\text{max})$ folgende Beziehung gilt:
- 20

$$\frac{2y'(\text{max})}{f'(\text{gesamt})} \geq 0,8$$

9. Linsensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- a) die erste Linsenuntergruppe (G11) der objektseitigen Linsengruppe (G1) eine objektseitige Meniskuslinse (10) aufweist und wobei die Krümmungsmittelpunkte

der objektseitigen Meniskuslinse (10) objektseitig der Meniskuslinse (10) liegen oder/und

- 5 b) die erste Linsenuntergruppe (G21) der bildseitigen Linsengruppe (G2) eine bildseitige Meniskuslinse (19) aufweist und wobei die Krümmungsmittelpunkte der bildseitigen Meniskuslinse (19) bildseitig der Meniskuslinse (19) liegen und folgende Bedingung gilt:

- c) $\frac{f'(M)}{f'(gesamt)} \geq |2.4|$, wobei $f'(M)$ die Brennweite der Meniskuslinse und $f'(gesamt)$ die Brennweite des Makroobjektivs ist.

10. Linsensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

- 10 a) der Krümmungsmittelpunkt der Linsenoberfläche der dritten Linsenuntergruppe (G13) der objektseitigen Linsengruppe, welche der Aperturblende unmittelbar benachbart ist, objektseitig liegt oder/und
- b) der Krümmungsmittelpunkt der Linsenoberfläche der dritten Linsenuntergruppe (G23) der bildseitigen Linsengruppe (G2), welche der Aperturblende unmittelbar benachbart ist, bildseitig liegt und
- 15 c) für den Krümmungsradius R der jeweiligen Linsenoberfläche folgende Bedingung gilt:

$$0 \leq \frac{f'(gesamt)}{|R|} \leq 2.$$

11. Linsensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Bildkreisdurchmesser $2y'$ bei beugungsbegrenzter Abbildungsleistung zwischen 80 mm und 100 mm beträgt.
- 20

12. Makroobjektiv (1001, 1002, 1003) mit einem Linsensystem (1, 2, 3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

13. System (2000) zum optischen Überprüfen von Objekten mit einem Makroobjektiv nach Anspruch 12.

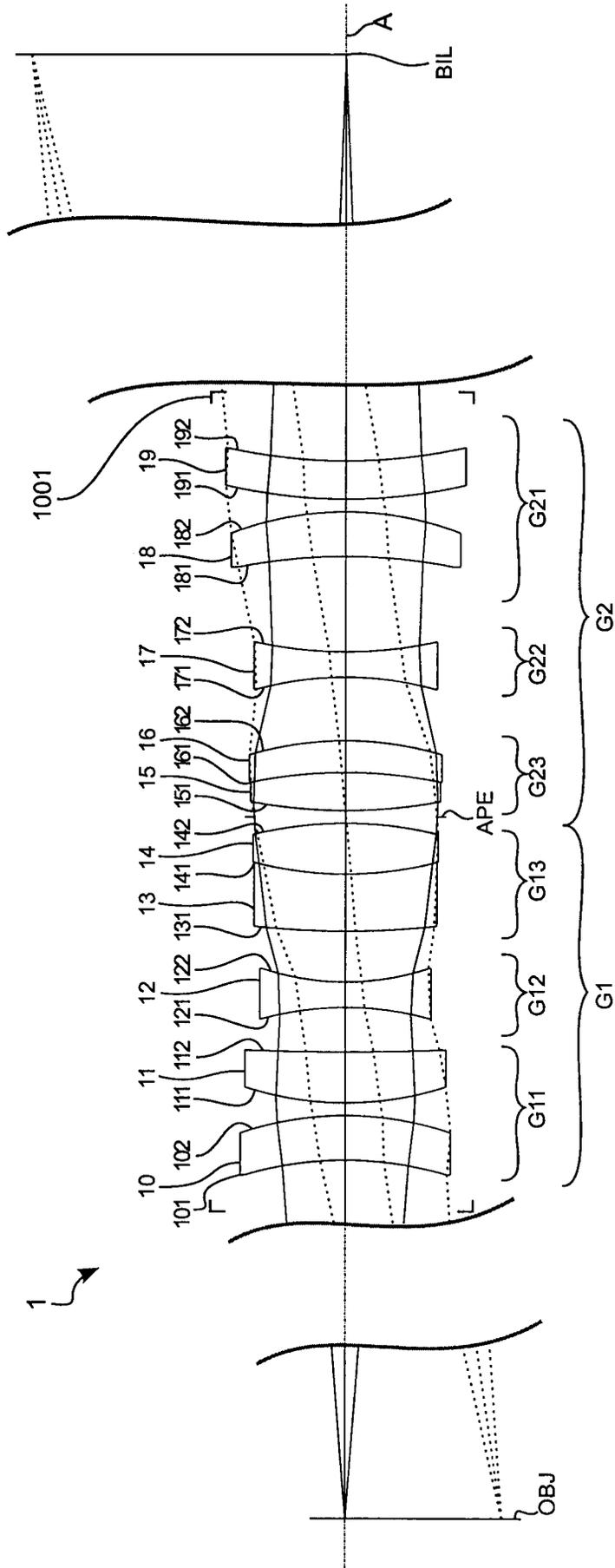


Fig. 1

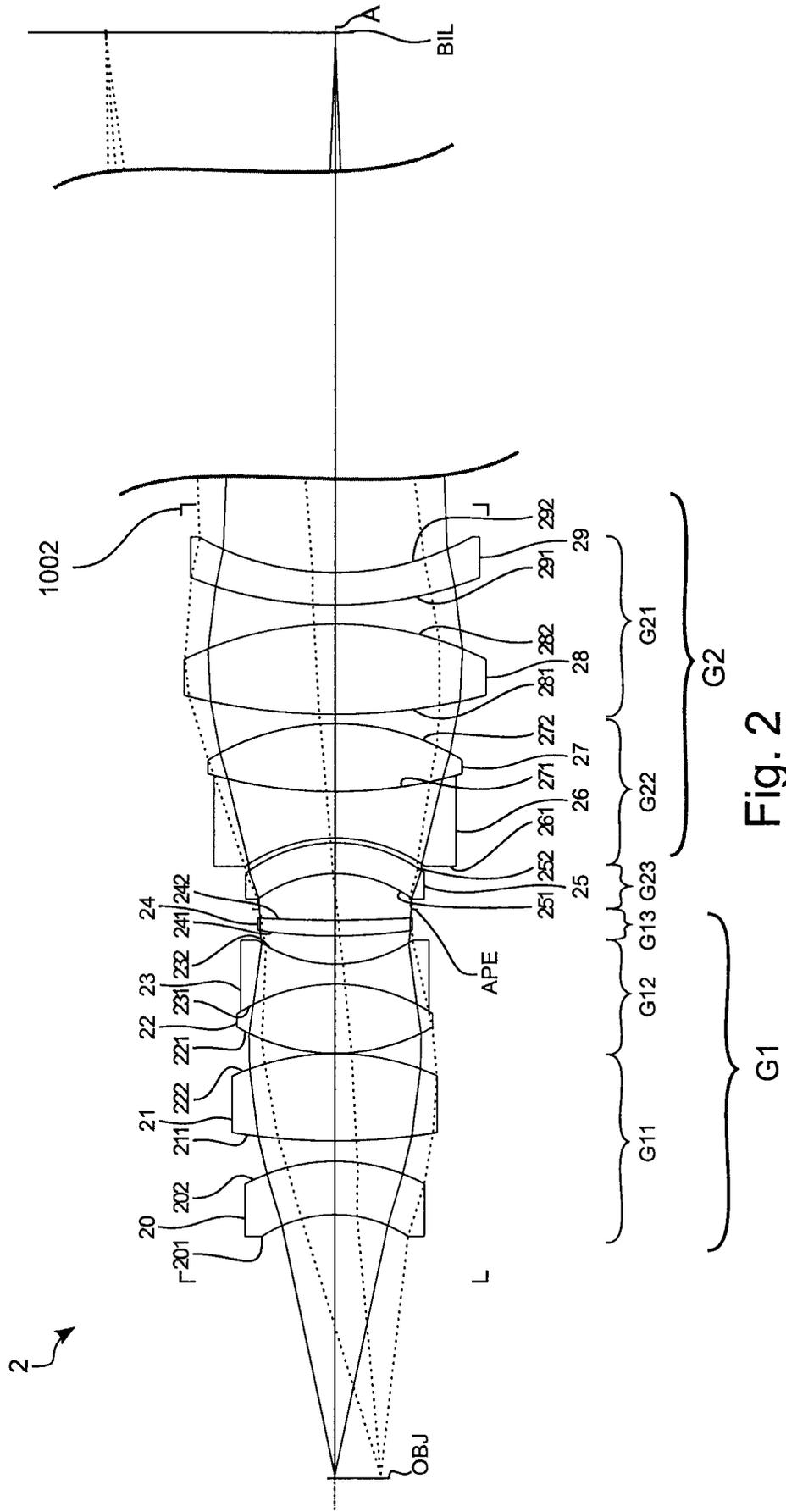


Fig. 2

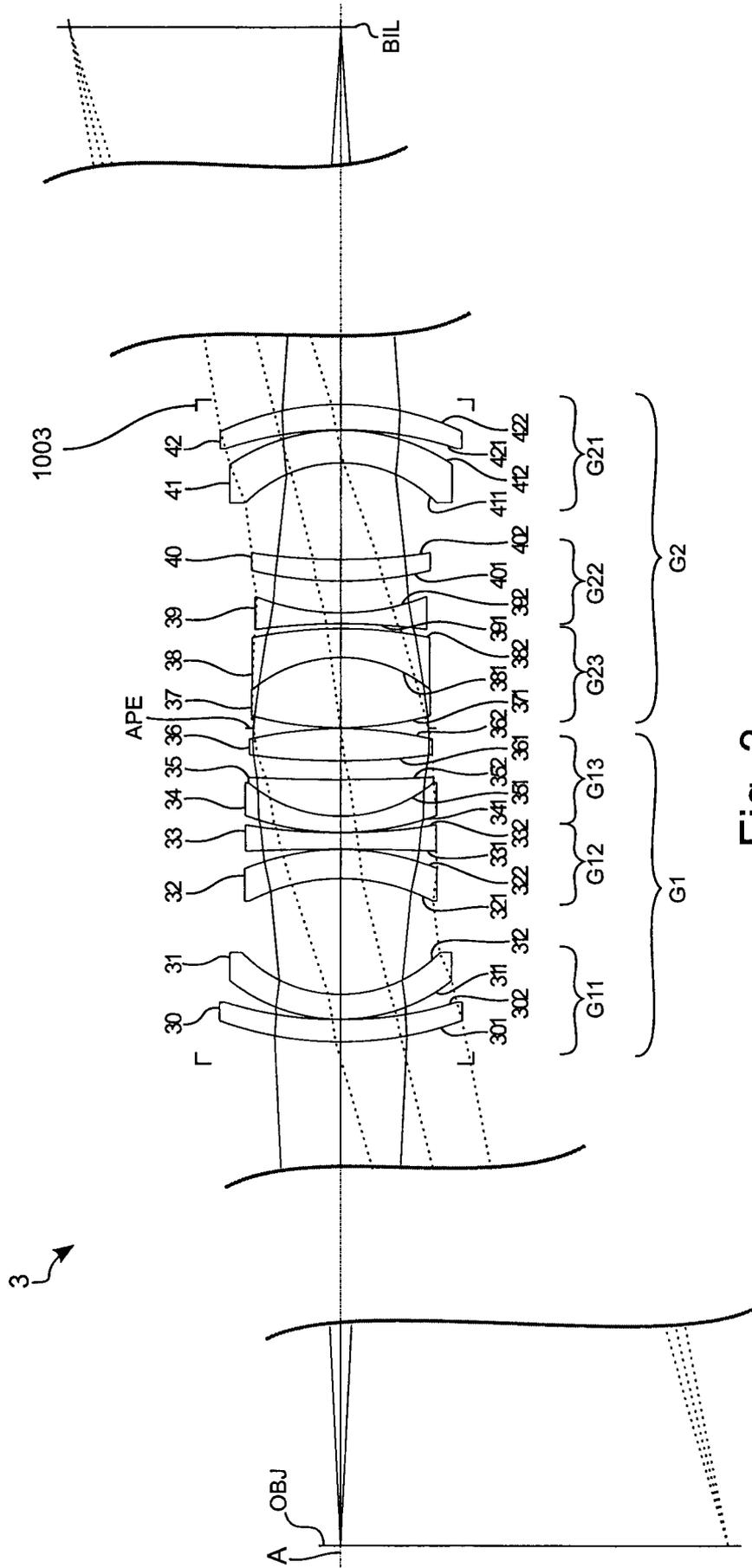


Fig. 3

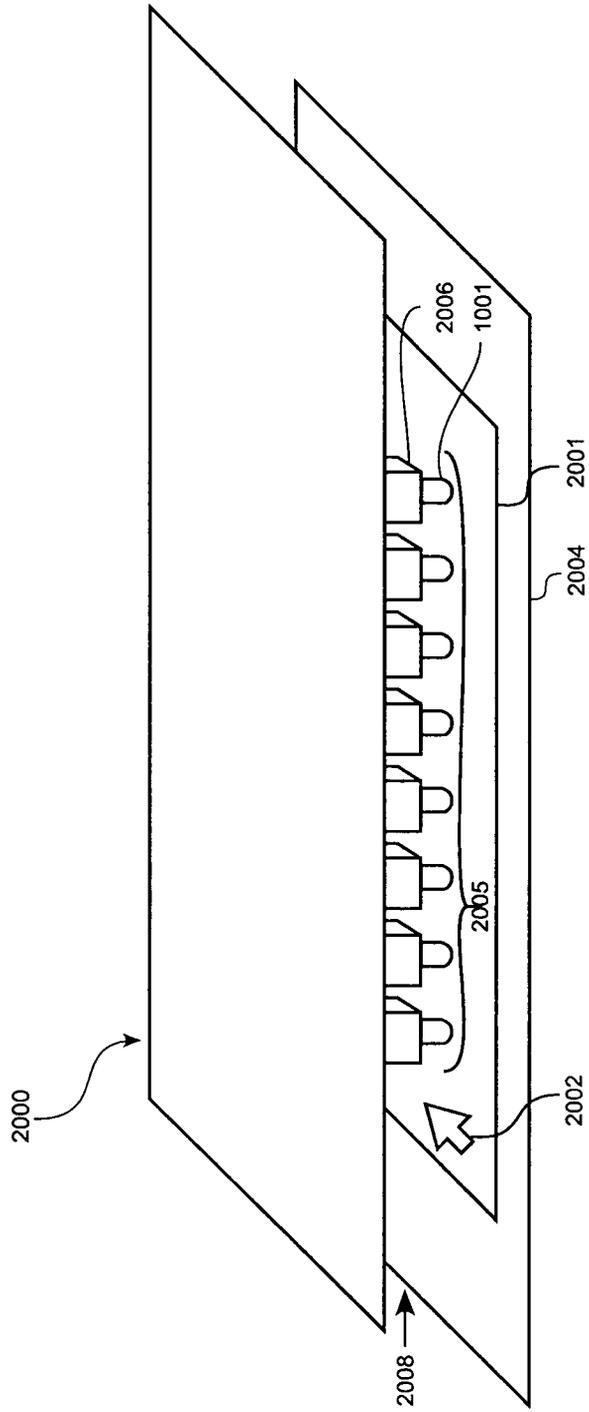


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/000133

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G02B 27/00</i> (2006.01)i; <i>G02B 9/62</i> (2006.01)i; <i>G02B 13/24</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102015102698 A1 (ZEISS CARL AG [DE]; FUJIFILM CORP [JP]) 27 August 2015 (2015-08-27)	1-3,5-13
Y	paragraphs [0045] - [0083]; figure 1	4
Y	DE 102006044355 A1 (LEICA CAMERA AG [DE]) 27 March 2008 (2008-03-27) paragraph [0024]	4
X	US 4057328 A (MATSUBARA MASAKI) 08 November 1977 (1977-11-08) figures 1,2	1
X	US 5272568 A (DEJAGER DONALD [US]) 21 December 1993 (1993-12-21) figure 1	1
X	DE 2243985 A1 (OLYMPUS OPTICAL CO) 15 March 1973 (1973-03-15) figure 1	1
X	US 4859044 A (KOUCHIWA TAIRA [JP]) 22 August 1989 (1989-08-22) figure 1	1
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 30 August 2018		Date of mailing of the international search report 07 September 2018
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Stemmer, Michael Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/000133

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102015102698	A1	27 August 2015	CN	104880810	A	02 September 2015
				DE	102015102698	A1	27 August 2015
				JP	6219198	B2	25 October 2017
				JP	2015161792	A	07 September 2015
				US	2015241658	A1	27 August 2015
DE	102006044355	A1	27 March 2008	DE	102006044355	A1	27 March 2008
				US	2008068726	A1	20 March 2008
US	4057328	A	08 November 1977	DE	2559074	A1	01 July 1976
				JP	S5179344	A	10 July 1976
				JP	S5515006	B2	21 April 1980
				US	4057328	A	08 November 1977
US	5272568	A	21 December 1993	NONE			
DE	2243985	A1	15 March 1973	DE	2243985	A1	15 March 1973
				JP	S4834530	A	19 May 1973
				JP	S5030452	B2	01 October 1975
				US	3814505	A	04 June 1974
US	4859044	A	22 August 1989	JP	2537353	B2	25 September 1996
				JP	S63186207	A	01 August 1988
				US	4859044	A	22 August 1989

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G02B27/00 G02B9/62 G02B13/24 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G02B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2015 102698 A1 (ZEISS CARL AG [DE]; FUJIFILM CORP [JP]) 27. August 2015 (2015-08-27)	1-3,5-13
Y	Absätze [0045] - [0083]; Abbildung 1 -----	4
Y	DE 10 2006 044355 A1 (LEICA CAMERA AG [DE]) 27. März 2008 (2008-03-27) Absatz [0024] -----	4
X	US 4 057 328 A (MATSUBARA MASAKI) 8. November 1977 (1977-11-08) Abbildungen 1,2 -----	1
X	US 5 272 568 A (DEJAGER DONALD [US]) 21. Dezember 1993 (1993-12-21) Abbildung 1 -----	1
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
30. August 2018	07/09/2018	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Stemmer, Michael	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 22 43 985 A1 (OLYMPUS OPTICAL CO) 15. März 1973 (1973-03-15) Abbildung 1	1

X	US 4 859 044 A (KOUCHIWA TAIRA [JP]) 22. August 1989 (1989-08-22) Abbildung 1	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/000133

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102015102698 A1	27-08-2015	CN 104880810 A	02-09-2015
		DE 102015102698 A1	27-08-2015
		JP 6219198 B2	25-10-2017
		JP 2015161792 A	07-09-2015
		US 2015241658 A1	27-08-2015

DE 102006044355 A1	27-03-2008	DE 102006044355 A1	27-03-2008
		US 2008068726 A1	20-03-2008

US 4057328 A	08-11-1977	DE 2559074 A1	01-07-1976
		JP S5179344 A	10-07-1976
		JP S5515006 B2	21-04-1980
		US 4057328 A	08-11-1977

US 5272568 A	21-12-1993	KEINE	

DE 2243985 A1	15-03-1973	DE 2243985 A1	15-03-1973
		JP S4834530 A	19-05-1973
		JP S5030452 B2	01-10-1975
		US 3814505 A	04-06-1974

US 4859044 A	22-08-1989	JP 2537353 B2	25-09-1996
		JP S63186207 A	01-08-1988
		US 4859044 A	22-08-1989
