

Fluorit Polychromate

Konzept

Im Mittelpunkt unseres Entwicklungs- und Fertigungsprogramms stehen völlig neuartige Universal Fluorit Polychromate und Weitfeld Fluorit Polychromate, die klassischen Apochromaten signifikant überlegen sind.

Die Fertigung erfolgt in Jena Made in Germany. Der Kleinseriencharakter ermöglicht Einzel- und Sonderanfertigungen sowie die Berücksichtigung individueller Kundenwünsche.

Innovation

Das Hauptmerkmal beider Objektivdesigns ist die polychromatische Korrektur mit einer beugungsbegrenzten Abbildungsgüte über den Spektralbereich von 365nm (UV) bis 1014nm (IR), wovon sowohl visuelle Beobachter als auch besonders Astrofotografen profitieren werden.

In den Randbereichen des visuellen Spektrums tritt kein Abfall des Strehls in die Nähe oder unter die Beugungsgrenze wie bei den meisten Apochromaten auf.

Universal Fluorit Polychromate

Ein Fluorit Quadruplet Polychromat von APQ JENA ist als erstes astronomisches Objektiv in der Lage, den vollen UBVRi-Spektralbereich (365nm – 1014nm) moderner elektronischer Sensoren (CCD, CMOS) auszunutzen.

Ein Polychromat im Basisdesign ist ein Vierlinsler (Quadruplet), von denen drei Linsen aus speziellen optischen

Gläsern und eine Linse aus gezüchtetem Flußspat (CaF₂) bestehen.

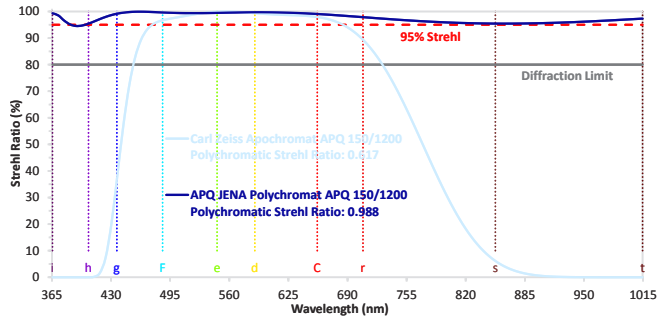
Die hochwertigen Flußspat-Rohlinge beziehen wir mit speziellen Parametern in ausgesuchter Qualität von einem zertifizierten Hersteller, der auch die Global Player des optischen Präzisionsgerätebaus mit CaF₂ Rohmaterial für die Fertigung von Stepper-Objektiven für die VUV-Fotolithographie beliefert.

Baureihe von 100mm bis 300mm Öffnung

Im Öffnungsbereich von 100mm bis 300mm werden wir eine Baureihe von vierlinsigen polychromatischen CaF₂ Refraktoren – mit oder ohne Asphäre, komplett ölgefügt, ohne oder mit Luftspalten – mit den jeweiligen speziellen Fokallinsen-Systemen anbieten (Polychromatischer Strehl $\geq 0,95$):

- 100/640 f/6,4 (f/4,5)*
- 130/1000 f/7,7 (f/5,4)*
- 150/1200 f/8 (f/5,6)*
- 180/1500 f/8,3 (f/5,8)*
- 200/1700 f/8,5 (f/6)*
- 250/2200 f/8,8 (f/6,2)*
- 300/2700 f/9 (f/6,3)*

Mitte: APQ 150/1200 Fluorit Quadruplet Polychromat (mit Sonderausstattung)



Vergleich Polychromatic Strehl Ratio vs. Wavelength (365nm – 1014nm): Carl Zeiss Apochromat APQ 150/1200 vs. APQ JENA Polychromat APQ 150/1200

* Öffnungsverhältnis mit 0,7x Reducer

Polychromat 150/1200

Im Wellenlängenbereich von 365nm bis 1014nm weist der komplett ölgefügte Fluorit Quadruplet Polychromat 150/1200 mit einer Asphäre einen hohen polychromatischen Strehl von $\geq 0,95$ sowie einen maximalen Fokusshift von ca. 60µm bzw. $\pm 0,0025\%$ aus.

Universelles Planetenrefraktor-System

Der Fluorit Quadruplet Polychromat 150/1200 ist ein universeller Planetenrefraktor, also ein System höchstmöglicher Bildgüte, bei dem das polychromatische Objektiv das Basissystem darstellt.

Je nach Beobachtungsaufgabe wird das Basissystem mit einem Fokallinsen-System – Feldkorrektor (Flattener), Fokalreduktor-Korrektor (Reducer) oder Barlow-System (Barlow-Linse) – kombiniert.

Die beugungsbegrenzte Korrektur bleibt im Spektralbereich von 365nm bis 1014nm erhalten, so daß der UBVRi-Spektralbereich moderner CCD- und CMOS-Sensoren voll ausgenutzt werden kann.

Alle Glas-Luft-Flächen erhalten das neu entwickelte Ultra-Antirefleksions-Schichtensystem, das sich durch eine extrem niedrige Restreflektivität R_{AVG} von $< 0,7\%$ über den kompletten Spektralbereich von 365nm (UV) bis 1014nm (IR) auszeichnet.

Mit den speziell entwickelten Fokalreduktor- und Feldkorrektoren werden praktisch vignettefreie

Abbildungen auch in Verbindung mit aktuellen CMOS-Sensoren möglich.



Fluorit Feldkorrektor

Der Polychromat 150/1200 realisiert in Verbindung mit dem dreilinsigen Flattener mit einer Linse aus CaF₂ ein polychromatisches System mit beugungsbegrenzter Abbildung, charakterisiert durch einen sehr großen Bildfelddurchmesser von ca. 73,6mm bzw. 3,5° sowie einen Backfokus von 100mm.

Gemäß Optikdesign betragen der polychromatische Strehl $\geq 0,95$ und



APQ 150/1200 Fluorit Quadruplet Polychromat (Kompensationsfassung)

der maximale Fokusshift ca. $68\mu\text{m}$ bzw. $\pm 0,003\%$. Das Öffnungsverhältnis des Grundsystems bleibt unverändert bei $f/8$, d.h. die Brennweite ist 1200mm.

0,7x Fluorit Fokalreduktor-Korrektor

Der 0,7x Reducer ist das anspruchsvollste Fokallinsen-System der aktuellen Portfolio-Planung. Der Reducer besteht aus drei ölgefühten Linsengruppen mit insgesamt 6 Linsen, wobei zwei CaF_2 Linsen sind.

Der Fokalreduktor-Korrektor vergrößert das Öffnungsverhältnis des Polychromats 150/1200 um den Faktor 0,7, so daß die effektive Brennweite 840mm und das Öffnungsverhältnis $f/5,6$ betragen. Der Bildfelddurchmesser des polychromatischen Systems mit beugungsbegrenzter Abbildung ist ca. 52,3mm bzw. $3,5^\circ$ groß, der Backfokus ist 100mm.

Gemäß Optikdesignrechnung betragen der polychromatische Strehl $\geq 0,95$ und der maximale Fokusshift ca. $31\mu\text{m}$ bzw. $\pm 0,002\%$.

Nutzen für die Anwender

Bei visuellen Beobachtungen und Aufnahmen mit CCD- bzw. CMOS-Empfängern wird eine nahezu fehlerfreie Abbildung gewährleistet. Gegenüber herkömmlichen Duplet- und Triplet-Apochromaten haben die APQ JENA Fluorit Quadruplet Polychromate folgende Vorteile:

- die Bilder sind hell, praktisch frei von Farbfehlern, Astigmatismus, Koma, Öffnungs- und Gaussfehler,
- das theoretische Auflösungsvermögen wird fast erreicht,
- insbesondere bei der anspruchsvollen Planetenbeobachtung werden aufgrund der brillanten, detail- und kontrastreichen Abbildungsgüte höchste Vergrößerungen möglich,
- der nutzbare Wellenlängenbereich ist mit 365nm bis 1014nm gegenüber dem eingeschränkten visuellen Spektralbereich klassischer apochromatischer Duplet- und Triplet-Objektive (üblicherweise von 436nm bis 656nm bzw. von 480nm bis 707nm) bis zu drei mal breiter,
- indem bisher nicht beobachtbare Strukturen im UV und IR sichtbar werden, erschließen wir für unsere Kunden völlig neue Forschungs- und Tätigkeitsgebiete.

Um zu gewährleisten, daß die Objektivfassung thermisch invariant und spielfrei ist sowie eine hohe Zentriergenauigkeit aufweist, haben wir für unsere Fluorit Quadruplet Polychromate eine thermisch kompensierte optische Fassungsbaugruppe (Kompensationsfassung) entwickelt.

Der Einsatztemperaturbereich der neuartigen Kompensationsfassung erstreckt sich von -20°C bis 40°C (Arbeitstemperaturintervall $\geq 60\text{K}$), der Lager- und Transporttemperaturbereich von -40°C bis 60°C .

Die neue Fassungs-technologie bietet gegenüber klassischen Kompensationsfassungen folgende Vorteile:

- die Linsen werden jeweils an sechs oder mehr Flächen aufgenommen und durch Kompensationsteile bei Temperaturschwankungen in stabiler Position gehalten,
- thermische Belastungen durch ein Arbeitstemperaturintervall von mindestens 60K oder wechselnde Schwerkräfteinflüsse auf die Linsen haben keine funktionsverändernden Einflüsse, insbesondere

keine Auswirkungen auf die optische Qualität des Gesamtsystems,

- es tritt kein Klappern von Linsen in der Fassung auf, kostenaufwendige Nachjustierungen fallen nicht an.

Die eingesetzte Fügetechnologie mittels eines zwischen den Linsen befindlichen fluiden, optisch transparenten Mediums (Fügeöl) bietet gegenüber dem klassischen Fügen der einzelnen Objektivlinsen mit Luftspalten mehrere Vorteile:

- thermische Spannungen zwischen den Linsen sind durch das dazwischen befindliche Fügeöl ausgeschlossen,
- der Ölfilm verhindert Flächenklippungen, wie sie bei einem Luftspalt möglich sind,
- es gibt weniger Glas-Luft-Flächen, so daß ein hoher Transmissionsgrad durch Vermeidung von Reflexionsverlusten erreicht wird,
- die optischen Linsen passen sich schneller an wechselnde Temperaturveränderungen an, so daß sich das thermische Verhalten des Gesamtsystems verbessert.

Technologie

Bedingt durch den Kleinseriencharakter der Produktion mit der Möglichkeit von Einzel- und Sonderfertigungen kommen sowohl konventionelle als auch moderne CNC-Fertigungstechnologien zum Einsatz.

Die modernen CNC-Technologien können jedoch nicht das Wissen und Know-How eines Feinoptikmeisters ersetzen, der über eine jahrzehntelange Erfahrung auf seinem Fachgebiet verfügt.

Die Präzisionsbearbeitung von sphärischer und asphärischer Rundoptik sowie der mechanischen Teile erfolgt in enger Kooperation mit unseren regionalen Fertigungspartnern.

Mit den vorhandenen Technologien können Präzisionslinsen aus optischen Gläsern und CaF_2 bis zu einem Durchmesser von 300mm bearbeitet, komplett montierte Objektive gefertigt, sowie mit modernsten Mess- und Prüftechnologien geprüft werden.

Weitfeld Fluorit Polychromate

Aus dem vierlinsigen Basisdesign haben wir Polychromate mit extremen Öffnungsverhältnissen von $f/4$ bis $f/6$, sehr großen unvignettierten Bildfeldern von 5° bis 8° und einem polychromatischen Strehl $\geq 0,95$ abgeleitet. Dies erfolgt durch Hinzufügen weiterer Linsen, den Ersatz von fluiden, optisch transparenten Medien, durch Luftspalte oder die Ausführung von Glas-Luft-Flächen als Asphären sowie durch Substitution der optischen Gläser durch kristalline und Sondermedien.

Diese **Weitfeld Fluorit Polychromate** eignen sich vor allem für die Astrofotografie, Optronik, Geofernerkundung usw.:

- | | | |
|------------|-------|---------------------|
| • 100/400 | $f/4$ | 8° (56,0mm) |
| • 130/520 | $f/4$ | 7° (63,7mm) |
| • 150/600 | $f/4$ | 7° (73,4mm) |
| • 180/900 | $f/5$ | 5° (78,6mm) |
| • 200/1000 | $f/5$ | 5° (87,4mm) |
| • 250/1250 | $f/5$ | 5° (109,2mm) |
| • 300/1800 | $f/6$ | 5° (157,4mm) |

Bestellinformation

Einerseits schränken unsere hohen Qualitätsanforderungen an den CaF_2 Lieferanten hinsichtlich der Rundscheiben-Parameter deren Verfügbarkeit stark ein. Andererseits ist die Kapazität unserer Kleinserien- und Sonderfertigung insbesondere durch die Systemkorrektur aller Polychromate eng begrenzt. Im Endeffekt führt dies dazu, daß mit längeren Lieferzeiten zu rechnen ist.

Als ersten Vertreter der neuen Fluorit Quadruplet Polychromat Refraktorbaureihe bieten wir den APQ 150/1200 sowie den APQ Flattener und APQ Reducer zur Bestellung an. Folgen werden der APQ 130/1000 und der APQ 100/640.

Wir fertigen ausschließlich auf Bestellung.

APQ 150/1200 Fluorite Quadruplet Polychromat (Ansicht von vorn)