

APQ Fluorit Polychromate

Konzept

Im Mittelpunkt unseres Entwicklungs- und Fertigungsprogramms stehen völlig neuartige Fluorit Universal Polychromate und Fluorit Weitfeld Polychromate, die klassischen Achromaten 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 Achromaten auf.

APQ Fluorit Universal Polychromate

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

Ein Polychromat im Basisdesign ist ein Vierlinser (Quadruplet), von denen drei Linse aus speoptischen 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 bieten wir eine Baureihe von Fluorit Quadruplet Polychromaten mit den jeweiligen speziellen Fokallinsen-Systemen an (Polychromatischer Strehl $\geq 0,95$):

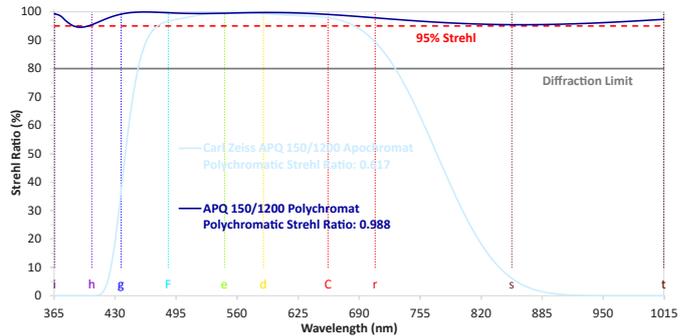
- 100/640 f/6,4 (f/5)²⁾
- 130/1000 f/7,7 (f/5,4)³⁾
- 150/1200 f/8 (f/5,6)³⁾
- 180/1440 f/8 (f/5,6)³⁾
- 200/1600 f/8 (f/5,6)³⁾
- 250/2200¹⁾ f/8,8 (f/7)⁴⁾
- 300/2700¹⁾ f/9 (f/7,2)⁴⁾

¹⁾ In Vorbereitung

²⁾ Öffnungsverhältnis mit 0,78x Reducer

³⁾ Öffnungsverhältnis mit 0,7x Reducer

⁴⁾ Öffnungsverhältnis mit 0,8x Reducer



APQ JENA vs. Carl Zeiss: Strehl Ratio vs. Wavelength (365nm – 1014nm) – Vergleich zwischen Polychromat und Apochromat

APQ 150/1200 Polychromat

Im Wellenlängenbereich von 365nm bis 1014nm weist der komplett ölfgefügte APQ 150/1200 Fluorit Quadruplet Polychromat einen hohen polychromatischen Strehl von $\geq 0,95$ sowie einen maximalen Fokusshift von ca. $\pm 0,003\%$ aus.

Universelles Planetenrefraktor-System

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

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

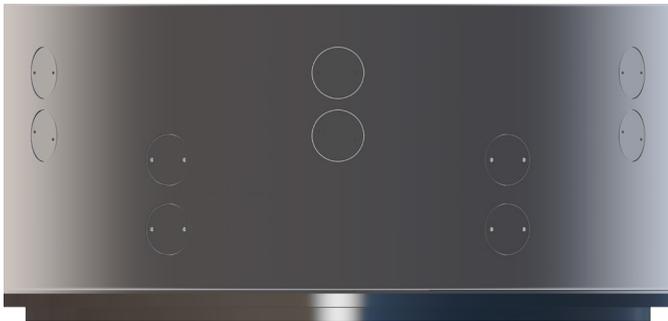
Die beugungsbegrenzte Korrektur bleibt im Spektralbereich von 365nm bis 1014nm erhalten, so daß der UVBRI-Spektralbereich moderner CCD- und CMOS-Sensoren voll ausgenutzt werden kann. Alle Glas-Luft-Flächen erhalten das neu entwickelte Ultra-Antirefleksions-Schichtensystem, das sich durch eine extrem niedrige Restreflektivität RA_{VG} 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.



APQ Fluorit Feldkorrektor

Der APQ 150/1200 Polychromat 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. $\varnothing 73,6\text{mm}$ bzw. $3,5^\circ$ sowie einen Backfokus von 100mm.

Gemäß Optikdesign betragen der polychromatische RMS Spot Radius vs. Feld $\leq 4,5\mu\text{m}$ (365nm – 1014nm) / $\varnothing 73,6\text{mm}$ ($3,5^\circ$) und der maximale Fokusshift ca. $\pm 0,003\%$. Das Öffnungsverhältnis des Grundsystems bleibt unverändert bei f/8, d.h. die Brennweite ist 1200mm.



Objektiv APQ 150/1200 Fluorit Quadruplet Polychromat (Kompensationsfassung)

APQ 0,7x Fluorit Fokalreduktor-Korrektor

Der APQ 0,7x Reducer ist das anspruchsvollste Fokallinsen-System des aktuellen Portfolios. 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. $\varnothing 52,3\text{mm}$ bzw. $3,5^\circ$ groß, der Backfokus ist 100mm.

Gemäß Optikdesignrechnung betragen der polychromatische RMS Spot Radius vs. Feld $\leq 3,2\mu\text{m}$ ($365\text{nm} - 1014\text{nm}$) / $\varnothing 52,3\text{mm}$ ($3,5^\circ$) und der maximale Fokushift $\pm 0,004\%$.

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 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 Zentrierengenauigkeit 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 Fassungstechnologie 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 Schwerkrafteinflüsse 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 Flächenkippungen, 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.

APQ Fluorit Weitfeld Polychromate

Der APQ 110/550 WF Polychromat eignet sich aufgrund seines schnellen Öffnungsverhältnisses, seiner brillanten Abbildungsqualität und seines riesigen Bildfelds ultimativ für die Astro- und Naturfotografie mit modernen CMOS-Kameras.

Visuelle Beobachter profitieren von der hohen polychromatischen Strehl-Zahl und seinen kompakten, reisetauglichen Abmessungen.

Aufgrund seiner polychromatischen Korrektur ist das zehnlinsige CaF_2 Optiksistem des APQ 110/550 in der Lage, die maximal mögliche Auflösung bis zum Rand des unvignettierten Bildfelds von $\varnothing 67,4\text{mm}$ (IMX411: Bilddiagonale $66,7\text{mm}$) zu erreichen und dabei den vollen UVBRI-Spektralbereich ($365\text{nm} - 1014\text{nm}$) moderner elektronischer Sensoren (CCD, CMOS) auszunutzen.

Der erste APQ Weitfeld Polychromat geht mit der folgenden Spezifikation an den Start:

- 110mm Öffnung
- 550mm Brennweite
- $f/5$ Öffnungsverhältnis
- Zehnlinsiges asphärisches Design
- 3 Linsen aus CaF_2
- Integrierter spezieller Fokalreduktor-Korrektor
- Taukappe verschieb- und klemmbar
- Okularauszug Feather Touch FTF3545
- $\varnothing 67,4\text{mm}$ (7°) unvignettiertes Bildfeld
- UVBRI Fluorit Weitfeld Polychromat
- Polychromatischer RMS Spot Radius vs. Feld $\leq 1,0\mu\text{m}$ im Spektralbereich von 365nm bis 1014nm über das gesamte Bildfeld von $\varnothing 67,4\text{mm}$ (7°)
- Polychromatischer Strehl $\geq 0,95$ ($365\text{nm} - 1014\text{nm}$)
- Kompakte reisetaugliche Abmessungen (427mm Transportlänge)
- Atemberaubende Abbildungsleistung für die Astronomie und Naturbeobachtung, die zeigt wo es lang geht

APQ 110/550 Fluorit Weitfeld Polychromat (mit Sonderausstattung)