
NET New Electronic Technology

Optische Filter, Stiefkinder der Bildverarbeitung

Die schnelle und kostengünstige Optimierung der Beleuchtung

Wie jeder weiß, entscheidet die Wahl der richtigen Beleuchtung über die Qualität des Bildes. Unsere langjährige Erfahrung bei der Beratung unserer Kunden in Sachen „Beleuchtung“ zeigt, dass optische Filter zum Erreichen oder Verbessern des Bildergebnisses nur recht selten genutzt werden. Dabei können optische Filter in vielen Fällen auf einfache und kostengünstige Weise deutliche Verbesserungen bewirken.

Das Licht (z.B. Sonnenlicht) besteht aus einem breiten Wellenlängenspektrum. Es reicht von kurzwelliger UV-Strahlung bis zur langwelligen IR-Strahlung. Der für den Menschen sichtbare Bereich des Sonnenlichts reicht von ca. 400 nm bis zu 700 nm.

CCD-Kameras können unter bestimmten Voraussetzungen das Spektrum von 200 nm (UV) bis 1.100 nm (NIR= Nahes Infra Rot) detektieren.

Für viele Anwendungsfälle ist es störend, das gesamte Wellenlängenspektrum als Beleuchtung zu haben. Auch kann zu viel Licht vorhanden sein. Es ist also zu hell. Hier kommen optische Filter zum Einsatz.

Ein optisches Filter ist ein transparentes Medium, welches das einfallende Licht bei dem Durchgang durch das Filter verändert. Die Filtersubstrate sind meist optisches Glas (BK7), manchmal Quarzglas (fused silica) und in Sonderfällen auch kristalliner Quarz. Selten dagegen dient bei industriellen Anwendungen durchsichtiger Kunststoff als Filtersubstrat. Optische Filter werden im Normalfall vor dem Objektiv montiert, oder – um kleinere Filterdurchmesser zu verwenden und damit Geld zu sparen – zwischen Objektiv und Kamerasensor.

Es gibt zwei prinzipiell unterschiedliche Arten von Filtern: Absorptionsfilter und Reflexionsfilter.

Absorptionsfilter absorbieren die Energie der herausgefilterten Wellenlängen und wandeln diese in Wärme um. Absorptionsfilter sind Farbglasfilter.

Reflexionsfilter reflektieren die herausgefilterten Wellenlängen, ähnlich einem Spiegel und bleiben daher kalt. Reflexionsfilter, auch dielektrische Filter genannt, bestehen aus einem Substrat auf das im Vakuum unterschiedliche, sehr dünne, Filterschichten aufgebracht werden.

NET GmbH 

NEW ELECTRONIC TECHNOLOGY GmbH

phone: +49 (0) 88 06 - 92 34 - 0

fax: +49 (0) 88 06 - 92 34 - 77

email: info@net-gmbh.com

www.net-gmbh.com

NET USA, Inc. 

phone: +1 219 - 934 - 9042

fax: +1 219 - 934 - 9047

email: info@net-usa-inc.com

www.net-usa-inc.com

NET Japan Co., Ltd 

phone: +81 45 - 478 - 1020

fax: +81 45 - 476 - 2423

email: info@net-japan.com

www.net-japan.com

NET New Electronic Technology

Optische Filter, Stiefkinder der Bildverarbeitung

Die schnelle und kostengünstige Optimierung der Beleuchtung

Die wichtigsten Fachausdrücke

Zentralwellenlänge (CWL): Sie definiert die Mittenwellenlänge bei einem Bandpassfilter.

Maximaltransmission (T %): T gibt die prozentuale Transmission an, die ein Bandpassfilter in der CWL besitzt.

Blocking: Blocking bezeichnet die Fähigkeit eines Filters, nicht erwünschte Spektralbereiche zu sperren.

Cut-on-Wellenlänge: Die Wellenlänge, bei der ein Langpassfilter 50% transmittiert.

Cut-off-Wellenlänge: Die Wellenlänge, bei der ein Kurzpassfilter 50% transmittiert.

Halbwertsbreite: Gibt die Spektralbreite in nm an, bei der die Transmission eines Bandpassfilters bis auf 50% der CWL gefallen ist. Je kleiner dieser Wert desto schmalbandiger ist ein Filter.

Filtertypen im Überblick

Optische Filter können nur im Spektrum vorhandene Wellenlängen und Wellenlängenbereiche schwächen, blocken oder polarisieren. Kein optisches Filter ist in der Lage Wellenlängen zu verändern oder den Anteil vorhandener Wellenlängen zu verstärken.

Es gibt drei unterschiedliche Grundtypen von optischen Filtern:

Neutrale Graufilter, Bandpassfilter, Polfilter

Neutrale Graufilter

Neutrale Graufilter sind eine Sonnenbrille für die Kamera. Ein neutrales Graufilter (andere Bezeichnungen sind neutrales Dichte Filter, ND-Filter, Grau Filter) schwächt im Idealfall die Intensität aller Wellenlängen um den gleichen Prozentsatz. Das bedeutet, alle Wellenlängen (Lichtfarben) bleiben erhalten und werden abgeschwächt. Die Stärke der Filterwirkung wird auf zwei unterschiedliche Weisen angegeben, zum einen über die Optische Dichte (OD), zum anderen über die Neutrale Dichte (ND).

Neutrale Graufilter werden immer dann eingesetzt, wenn die zu betrachtende Szene viel zu hell ist: bei der Überwachung von Schweißprozessen und Verbrennungsvorgängen, bei der Inspektion von Schmelzen aller Art, beim Test von Glühlampen, zur Sonnenbeobachtung usw.

NET GmbH 

NEW ELECTRONIC TECHNOLOGY GmbH

phone: +49 (0) 88 06 - 92 34 - 0

fax: +49 (0) 88 06 - 92 34 - 77

email: info@net-gmbh.com

www.net-gmbh.com

NET USA, Inc. 

phone: +1 219 - 934 - 9042

fax: +1 219 - 934 - 9047

email: info@net-usa-inc.com

www.net-usa-inc.com

NET Japan Co., Ltd 

phone: +81 45 - 478 - 1020

fax: +81 45 - 476 - 2423

email: info@net-japan.com

www.net-japan.com

NET New Electronic Technology

Optische Filter, Stiefkinder der Bildverarbeitung

Die schnelle und kostengünstige Optimierung der Beleuchtung

Bandpassfilter

Bandpassfilter lassen definierte Wellenlängen und Wellenlängenbereiche (Bänder) durch das Filter hindurch – daher der Name Bandpassfilter.

Die Namensvielfalt bei Bandpassfiltern ist groß. Es gibt UV-Sperrfilter, IR-Cutfilter, Tageslicht-Sperrfilter, Langpassfilter, Kurzpassfilter, Farbfilter oder Konversionsfilter.

Bandpassfilter im engsten Sinne sind sehr schmalbandige Laserfilter mit Halbwertsbreiten bis zu 10 nm. Diese Filter finden vor allem in der Lasertechnik ihre Anwendungen oder wenn für eine Applikation Licht eines bestimmten schmalen Wellenlängenbereichs benötigt wird.

Farbfilter sind Filter aus gefärbtem Glas, die bestimmte Bänder bzw. Farben (rot, grün, blau) durchlassen und andere Wellenlängenbereiche schwächen oder blocken. Sie werden zum Abgleichen von Farbkameras verwendet oder dienen zur Kontrastanhebung bei Monochromkameras.

IR-Cut Filter oder Kurzpass Filter

Diese Filter schneiden die Infrarot Wellenlängen ab (Cut on Frequenz 650, 700, oder 750 nm) und lassen den sichtbaren Wellenlängenbereich durch. IR-Cut Filter sollten immer dann eingesetzt werden, wenn in der zu betrachtenden Szene ein hoher Infrarotanteil auftritt. So erscheinen die Oberflächen von Schmelzen oder Darstellungen von Schweißvorgängen immer leicht unscharf oder milchig, neblig. Dieser Effekt entsteht durch die unterschiedlichen Brennpunkte verschiedener Lichtwellenlängen.

Gute Objektive sind auf zwei Farben korrigierte Achromate oder für drei Farben korrigierte Apochromate. Sie bilden die Wellenlängen des sichtbaren Lichts in einer Ebene (Bildebene) ab. Wenn ein Spektrum außer dem sichtbaren Licht noch einen großen IR-Anteil enthält (z.B. ein Schweißlichtbogen), entsteht außer der scharfen Abbildung des sichtbaren Lichts auf der Bildebene noch eine zweite unscharfe Abbildung verursacht durch den IR-Anteil.

Diese unscharfe Abbildung erzeugt im Gesamtbildeindruck den milchigen Schleier. Da das IR-Cut Filter den IR-Anteil blockt, erhält man bei Verwendung dieses Filters eine scharfe Abbildung.

NET GmbH 

NEW ELECTRONIC TECHNOLOGY GmbH

phone: +49 (0) 88 06 - 92 34 - 0

fax: +49 (0) 88 06 - 92 34 - 77

email: info@net-gmbh.com

www.net-gmbh.com

NET USA, Inc. 

phone: +1 219 - 934 - 9042

fax: +1 219 - 934 - 9047

email: info@net-usa-inc.com

www.net-usa-inc.com

NET Japan Co., Ltd 

phone: +81 45 - 478 - 1020

fax: +81 45 - 476 - 2423

email: info@net-japan.com

www.net-japan.com

NET New Electronic Technology

Optische Filter, Stiefkinder der Bildverarbeitung

Die schnelle und kostengünstige Optimierung der Beleuchtung

Langpass Filter oder Daylight cut Filter

Diese beiden Filterarten blocken die kürzeren Wellenlängen und lassen die langen Wellenlängen durch. Langpass Filter gibt es in 10 bzw. 50 nm Abstufungen von 400 nm (UV) bis 1.100 nm (IR).

Daylight cut Filter oder Tageslicht-Sperrfilter blockieren den gesamten Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts. Mit diesen Filtern werden konstante Lichtverhältnisse erzielt.

Stellen Sie sich eine Produktionshalle mit Fenstern und Hallenbeleuchtung vor, in der mittels Bildverarbeitung Oberflächen kontrolliert werden, und das zu kontrollierende Objekt ist nicht lichtdicht gehaust. Mit jeder Änderung des Tageslichtes oder der Hallenbeleuchtung haben Sie andere Lichtverhältnisse auf ihrem Prüfling. Das führt zu häufigen Fehlmessungen. Wenn man nun den Prüfling mit einer IR-Beleuchtung ausleuchtet und vor dem Objektiv ein Tageslicht Sperrfilter anbringt, erzeugt man auf elegante und preiswerte Weise eine weitgehend konstante Beleuchtung, da die Wellenlängen des Tageslichts geblockt werden.

UV-Sperrfilter

UV-Sperrfilter sperren die Wellenlängen des UV-Bereichs. Bei hohen UV-Anteilen im Spektrum entstehen durch die chromatische Aberration Bildunschärfen. Bei Farbkameras verursacht ein zu hoher UV-Anteil einen Blaustich des Bildes.

Polfilter

Polfilter bringen Ordnung ins Durcheinander. Wir wissen aus der Physik, dass das Licht gleichzeitig Wellen- und Teilcheneigenschaften hat. Polfilter nutzen die Welleneigenschaften.

Unpolarisiertes Licht schwingt in allen Richtungen. Durch ein Polfilter werden nur Wellen einer bestimmten Schwingungsrichtung hindurch gelassen, so dass nach dem Filterdurchgang nur noch Licht mit der gleichen Polarisationsrichtung auftritt. Das Licht ist polarisiert.

Das menschliche Auge kann polarisiertes nicht von unpolarisiertem Licht unterscheiden. Einigen Insekten hingegen dient das polarisierte Tageslicht – es tritt nur an wolkenfreien bzw. dunstarmen Tagen auf – zur Orientierung.

Es gibt lineare und zirkulare Polfilter.

Die häufigsten Anwendungen für Polfilter sind das Unterdrücken von Reflexionen auf Glas, Wasser und anderen spiegelnden Oberflächen.

NET GmbH 

NEW ELECTRONIC TECHNOLOGY GmbH

phone: +49 (0) 88 06 - 92 34 - 0

fax: +49 (0) 88 06 - 92 34 - 77

email: info@net-gmbh.com

www.net-gmbh.com

NET USA, Inc. 

phone: +1 219 - 934 - 9042

fax: +1 219 - 934 - 9047

email: info@net-usa-inc.com

www.net-usa-inc.com

NET Japan Co., Ltd 

phone: +81 45 - 478 - 1020

fax: +81 45 - 476 - 2423

email: info@net-japan.com

www.net-japan.com

NET New Electronic Technology

Optische Filter, Stiefkinder der Bildverarbeitung

Die schnelle und kostengünstige Optimierung der Beleuchtung

Das stufenlose Abdunkeln, indem zwei lineare Polfilter gegeneinander verdreht werden, reduziert zu große Lichtmengen. Denselben Effekt erzielt man auch mit zwei zirkularen Polfiltern, jedoch ist die Abdunkelung nicht so stark. Zirkulare Polfilter werden in der Fotografie bei digitalen Spiegelreflex-Kameras eingesetzt oder bei telezentrischen Objektiven mit koaxialer Beleuchtung, um eine homogene Ausleuchtung sicher zu stellen.

Bringt man zwischen zwei gekreuzte lineare Polfilter ein durchsichtiges Objekt wie Plastik oder Glas, kann man die Spannungsdoppelbrechung beobachten.

Mittels Polarimetrie werden in erstarrten Flüssigkeiten (z.B. Glas) und Polymeren auftretende Spannungen gemessen.



Autor:

Dr. Hans Ludwig

Sales

NET GmbH, Lerchenberg 7, D-86923 Finning

Phone: +49-(0)8806 92 34-0, Fax: +49-(0)8806 92 34-77, h.ludwig@net-gmbh.com, www.net-gmbh.com

NET GmbH



NEW ELECTRONIC TECHNOLOGY GmbH

phone: +49 (0) 88 06 - 92 34 - 0

fax: +49 (0) 88 06 - 92 34 - 77

email: info@net-gmbh.com

www.net-gmbh.com

NET USA, Inc.



phone: +1 219 - 934 - 9042

fax: +1 219 - 934 - 9047

email: info@net-usa-inc.com

www.net-usa-inc.com

NET Japan Co., Ltd



phone: +81 45 - 478 - 1020

fax: +81 45 - 476 - 2423

email: info@net-japan.com

www.net-japan.com