



Auf den Punkt gebracht

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,

Am 21. Oktober öffnen sich in Hannover die Tore zum Messehighlight des Jahres: der Euroblech 2008. Knapp 1500 Aussteller aus 37 Ländern werden uns in 8 Hallen die neuesten Trends - Produkte - Innovationen rund um die Blechbearbeitung vorstellen. Eine Messe, die Signale setzen wird.

Zu diesem Event möchten wir Sie gerne einladen – an unseren Stand H67 in Halle 12.

Gemeinsam mit der Firma Primes stehen Ihnen unsere Mitarbeiter während dieser 5 Tage zur Verfügung – und falls Sie noch nicht wissen sollten, wie diese aussehen, dann werfen Sie doch einen kurzen Blick auf unsere Homepage:

www.ii-vi.de.

Die kompetente Beratung unserer Kunden liegt uns am Herzen - und diese ergibt sich bei solch einer Messe in einem persönlichen Gespräch. Nutzen Sie diese Möglichkeit und besuchen Sie uns.

Ich freue mich darauf Sie zu treffen und wünsche Ihnen jetzt viel Spaß beim Lesen

Ihr Martin Benzing



ZnSe/ZnS – Rohmaterial

Seit 37 Jahren beschäftigt sich II-VI Incorporated mit Hauptsitz in Saxonburg, USA, mit der Herstellung einkristalliner Materialien.

Sowohl Zinkselenid (ZnSe) als auch Zinksulfid (ZnS) sind II-VI-Verbindungs-Halbleiternmaterialien, die aus Elementen der zweiten Hauptgruppe (Erdalkalimetalle) und Elementen der sechsten Hauptgruppe (Chalkogene) bestehen.



Für ZnSe und ZnS gibt es zwei Herstellungsmethoden, bei denen sich die Endprodukte vor allem durch die Absorptionswerte unterscheiden.

PVD (physical vapor deposition) ist ein physikalischer Prozess, bei dem Zn und Se sublimieren. Das geschieht recht schnell, aber ungeordnet - das heißt, das Material hat visuell keine einheitliche Farbe (teilweise ist es grün) und hat eine bis zu 10-mal höhere Absorption (verglichen mit dem CVD-Prozess). Damit ist dieses Material für Hochleistungslaser ungeeignet.

Der sogenannte CVD-Prozess (chemical vapor deposition) wird hingegen von II-VI Incorporated eingesetzt. In speziellen Öfen reagiert der Zinkdampf mit Selenwasserstoff oder Schwefelwasserstoff zu ZnSe oder ZnS. Die Abscheidung erfolgt recht langsam in dünnen Schichten, aber sehr geordnet, was zu geringer Absorption führt.

Nach dem CVD-Prozess wird das Material von den Wänden der Öfen entfernt, geschnitten und poliert, bevor es auf seine optische Qualität getestet wird. Bei der Herstellung von ZnS MultiSpectral (ZnS MS) wird noch ein weiterer Prozess angewandt, der sogenannte HIP-Prozess (hot isostatic press). Hierbei werden unter großer Hitze und Druck Störstellen im Kristallgitter nahezu eliminiert und dadurch ein wasserfreies Material erzeugt.

Rufen Sie uns an, wir schicken Ihnen gern weitere Informationen oder ein Angebot.

Susanne Koeble : 06151-8806-499
koeble@ii-vi.de

Inhalt

●	●	●	●
●	Editorial		1
●	ZnSe/ZnS-Rohmaterial		1
●	Verzögerungsplatten		2
●	Optik kaputt... wohin damit?		2
●	Wie funktioniert ein Auskoppelspiegel?		3
●	Laserkristalle für Festkörperlaser Teil 2		3
●	Polarisation des Laserstrahls – der Phasenschieber bringt's		4

Auf den Punkt gebracht erscheint 2 mal im Jahr.

Verantwortlich für den Inhalt: Martin Benzing.



II-VI Deutschland GmbH
Im Tiefen See 58
64293 Darmstadt
www.ii-vi.de
Tel.: 06151/880629
Fax: 06151/896667

Verzögerungsplatten von VLOC

Verzögerungsplatten – auch Wellenplatten genannt – bestehen aus einem einachsigen, doppelbrechenden Quarz. Dieser weist zwei richtungs- und wellenabhängige Brechungsindizes auf. Fällt ein Lichtstrahl auf eine solche planparallele Quarzplatte, wird er seinen Polarisationsanteilen gemäß, in einen ordentlichen (o) und einen außerordentlichen (e) Strahl aufgeteilt. Diese beiden Strahlen „sehen“ im Kristall die unterschiedlichen Brechungsindizes „ n_o “ und „ n_e “ und breiten sich dementsprechend mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten aus. Beim Austritt aus dem Kristall ergibt sich zwischen beiden Strahlen eine Phasenverschiebung.

Durch Änderung der Kristalldicke lässt sich jede gewünschte Phasenverschiebung für eine bestimmte Wellenlänge produzieren. Technisch interessant sind hierbei vor allem die $\lambda/4$ -Wellenplatte zur Umwandlung von linear in zirkular polarisiertes Licht und die $\lambda/2$ -Wellenplatte zur Drehung der Polarisationsrichtung von linear polarisiertem Licht.

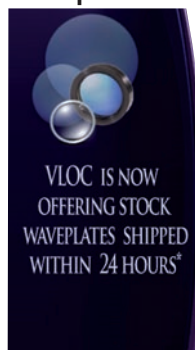
Für den praktischen Einsatz sind solche Verzögerungsplatten aufgrund ihrer geringen Dicke ($\sim 10\text{-}50\ \mu\text{m}$) jedoch recht unbrauchbar. Daher weisen gebräuchliche Verzögerungsplatten Dicken von z.B. $10\ \lambda/4$ statt $\lambda/4$ auf. Man nennt diese Platten daher auch Multiple-Order-Verzögerungsplatten (WM).

Da diese jedoch sehr empfindlich auf geringe Änderungen der Wellenlänge oder Temperatur reagieren, benutzt man meist weniger empfindliche Zero Order-Wellenplatten (WZ).

Diese bestehen aus zwei WM-Platten, die mit gekreuzten Achsen optisch verklebt werden.

So erzielt beispielsweise die o.g. $10\ \lambda/4$ -Platte zusammen mit einer $10\ \lambda$ -Platte eine Verschiebung um exakt $\lambda/4$.

Waveplatestore:



VLOC bietet Ihnen seit Anfang dieses Jahres die Möglichkeit, die Verfügbarkeit dieser Verzögerungsplatten online über die Homepage www.thewaveplatestore.com zu prüfen und diese dort gleichzeitig zu bestellen. Wenn Sie uns den Durchmesser, die Verzögerung und die Wellenlänge angeben, erhalten Sie umgehend Informationen über deren Verfügbarkeit.

Auch die Lagerhaltung von „exotischen“ Wellenlängen und Durchmessern oder Verzögerungsplatten für zwei Wellenlängen („Harmonic Waveplates“ oder „Dual Wavelength Waveplates“) können Sie dort über den Link „Custom“ anfragen.

Parallel dazu stehen Ihnen natürlich unser gewohnt guter Service und unsere persönliche Kundenbetreuung, einschließlich Angebotserstellung, Lagerhaltung bei Rahmenverträgen, deutscher Rechnungsstellung inkl. Verzollung über II-VI Deutschland GmbH, weiterhin zur Verfügung. Der Versand wird dann über die bekannte Versandpauschale abgedeckt. Bitte beachten Sie, dass bei einer Online-Bestellung ebenfalls Versandkosten anfallen. Die Bezahlung erfolgt hierbei einfach und unkompliziert über die Kreditkarte.

Sprechen Sie uns an, wir helfen Ihnen gern weiter.



Susanne Koeble : 06151-8806-499
koeble@ii-vi.de

Optik kaputt... wohin damit?

Unser (ganz einfaches) Entsorgungskonzept für gebrauchte CO₂-Laseroptiken

Für die Betreiber von CO₂-Lasern, für Laserhersteller und für viele Optiklieferanten ist es oft ein Problem: Die Entsorgung defekter Laseroptiken. Für Kunden von II-VI Deutschland ist dies jedoch seit langer Zeit eine Selbstverständlichkeit: CO₂-Laseroptiken werden von uns fachgerecht und unentgeltlich entsorgt! Sie sollten also Ihre verbrauchten oder unbrauchbar gewordenen CO₂-Laseroptiken nicht einfach im nächstliegenden Abfall entsorgen. Die Rückgewinnung der sehr reinen und teuren Ausgangsmaterialien (z.B. Zink und Selen) ist leider zum Teil aus ökonomischen, zum Teil aber auch aus physikalischen Gründen nicht möglich.

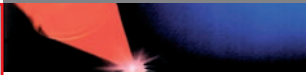
Bitte senden Sie uns ihre zur Entsorgung bestimmten Optiken gut (eventuell einzeln) verpackt zu.



Für mehr Informationen rufen Sie mich bitte an:



Uwe Schmidt: 06151-8806-15
schmidt@ii-vi.de



Wie funktioniert eigentlich ein Auskoppelspiegel?

Die wesentlichen Bestandteile eines Lasers sind die elektrische Stromversorgung und der optische Resonator. Im Resonator, der durch Spiegel begrenzt wird, findet die Lichtverstärkung (LASER = Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung) statt. Das im Lasermedium (z.B. in Flüssigkeiten, Gasen oder Festkörpermateriale) erzeugte Licht wird zwischen den Resonatorspiegeln hin- und herreflektiert und dabei verstärkt.

Diese eher unscheinbare optische Komponente muss bei Hochleistungslasern (z.B. einem CO₂-Laser mit 5 - 6 kW kontinuierlicher Ausgangsleistung) extremen Anforderungen genügen. Dabei hängt die Resonatorleistung (Intra-Cavity-Leistung) entscheidend vom Reflexionsgrad des Auskoppelspiegels ab. Je höher dieser ist, je mehr Laserleistung wird (bis zu einer Sättigungsgrenze) im Resonator „gespeichert“. Diese Resonatorleistung kann sehr hohe Werte erreichen und u.U. zur Zerstörung des Laserresonators führen.

Der typische Auskoppelspiegel ist eine für die Laserstrahlung transparente optische Komponente, die allerdings eine kompliziert aufgebaute Präzisionsoptik darstellt. Es wird erwartet, dass in dieser Optik, obwohl z.B. 5000 W Laserleistung durch sie hindurch gehen (und

ca. 10.000 W innerhalb des Resonators auf ihn einwirken), maximal 5 W (nur 0,1 % der Ausgangsleistung) absorbiert werden, weswegen sich die



Erwärmung einer solchen Optik – selbst bei höchsten Leistungen – in Grenzen hält. Entscheidend dafür ist – neben der hohen Qualität des Spiegel-Substratmaterials, welches bei II-VI mit äußerst aufwändiger Technologie selbst hergestellt wird – der Aufbau der optischen Dünnschichtsysteme. Diese weisen sowohl Antireflex-(AR) als auch Partial-Reflexeigenschaften auf, sind aus unterschiedlichen Materialien aufgebaut und jeweils nur wenige Mikrometer dick.

Bedingung für ein einwandfreies Funktionieren eines Auskoppelspiegels für Hochleistungslaser ist – neben niedrigsten Absorptionswerten – eine sehr hohe Oberflächengüte (z.B. von lediglich 1/100 bis 1/20 der Laserwellenlänge) und extrem geringe Rauigkeiten zur Vermeidung von Streulicht-Verlusten. Die Oberflächenqualität und -formtreue bestimmt außerdem den „Mode“, und damit die Qualität und Fokussierbarkeit der Laserstrahlung.

Haiko von Rebenstock: 06151-8806-750
von.rebenstock@ii-vi.de

Fortsetzung aus Ausgabe 10

Nd:YAG-Laser (Nd:Y₃Al₅O₁₂) sind die am weitesten verbreiteten Festkörperlaser zum Schneiden, Schweißen, Löten und Beschriften bzw. Markieren oder Bohren. Sie gehören der Gruppe der Neodymlaser an. Der Granat als Grundmaterial ist zunächst farblos und erhält erst durch die Nd-Dotierung seine leicht rosa Farbe. Die Dotierung liegt für einkristallinen Nd:YAG i.A. zwischen 0,3% und 1,2%. Erst mit der Entwicklung des polykristallinen Nd:YAG ist eine Dotierung mit bis zu 9% Nd möglich (siehe „Auf den Punkt gebracht“ Ausgabe 7). Die Nd-Atome ersetzen im YAG das Yttrium (Y), was durch einen um 3% unterschiedlichen Radius dieser beiden seltenen Erden bei zu hohen Dotierungen zu Kristallspannungen führt. Der Nd:YAG-Laser ist ein 4-Niveausystem und wird oft breitbandig durch Blitzlampen in breite Energiebänder gepumpt; auch Laserdioden werden inzwischen häufig zum Anregen genutzt. Die Übergänge ins obere Laserniveau finden darauffolgend strahlungslos, unter Abgabe von Wärme an den Kristall, statt. Dies ist mit ein Grund dafür, warum die Nd:YAG-Stäbe gut gekühlt werden müssen.

Die intensivste Laserlinie des Nd:YAG-Lasers, die bei 1064 nm im NIR liegt, ist die wohl bekannteste und gebräuchlichste. Häufig genutzt werden auch die durch den Einsatz von frequenzverdoppelnden oder -verdreifachenden Kristallen entstehenden Wellenlängen von 532 nm im Sichtbaren oder 355 nm im UV. Nd:YAG-Laser können cw („continuous wave“, kontinuierlich) sowie gepulst betrieben werden.

Ein weiterer Kristall, der im NIR emittiert, ist das mit Neodym dotierte Yttrium-Lithium-Fluorid (Nd:LiYF₄ oder auch **Nd:YLF**). Dieser Kristall wurde schon in Ausgabe 4 ausführlich behandelt. Er emittiert die zwei senkrecht zueinander polarisierten Linien bei 1047 nm und 1053 nm. Die thermische Linsenwirkung des Nd:YLF ist geringer als die des Nd:YAG-Kristalls, was ihn hier bevorzugt. Die Herstellung des YLFs ist aber aufwendiger als die des Nd:YAG. Für industrielle Anwendung werden daher im Vergleich zum Nd:YAG-Laser nur kleine Abmessungen realisiert. VLOC kann dotiertes YLF dennoch in Längen bis zu 150 mm und Durchmessern von bis zu 20 mm herstellen. Neben Nd kann YLF auch mit Erbium (Er), Thulium (Tm), Holmium (Ho) zur Emission bei ca. 2 µm oder mit anderen seltenen Erden dotiert werden.

Dr. Jens-Uwe Richter: 06151-8806-694
richter@ii-vi.de

Laserkristalle für Festkörperlaser - Teil 2

Polarisation des Laserstrahls - der Phasenschieber bringt's

Natürlich schneidet (oder schweißt) ein CO₂-Laser auch ohne Polarisationsoptiken. Aber eben nicht gleich gut in alle Richtungen...

Anfang der 80er Jahre wurde die Polarisationsabhängigkeit (der Laserstrahlung) in Bezug auf optimale Bearbeitungsergebnisse bei metallischen Werkstoffen erkannt. Aufgrund des prinzipiellen Aufbaus der Hochleistungslaser ist deren emittierte Strahlung normalerweise „linear“ polarisiert. Dies bedeutet, dass die zum Schneiden notwendige Energie/Leistung eine „Vorzugsrichtung“ aufweist. Stimmt diese (zufällig!) mit der Schnitttrichtung überein, so erreicht man optimale Schnittbedingungen (hohe Geschwindigkeit, gerade Schnittkanten, geringe Gratbildung und glatte Schneidfugen). Weicht man von der „Vorzugsrichtung“ ab, was der Normalfall ist, verschlechtert sich das Schnittbild zusehends. Die schlechtesten Ergebnisse zeigen sich, wenn der Schnitt senkrecht zur „optimalen“ (Vorzugs-) Richtung verläuft. Die Schnittgeschwindigkeit muss

heruntergenommen werden und es bildet sich ein mehr oder weniger ausgeprägter Grat. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Laserstrahlung – so wie sie aus dem Laserresonator austritt – in der Richtung, die die Konstruktion des Lasers vorgibt, linear polarisiert ist, so man ein Messer beim Schneiden von Butter am Besten in Richtung der Messerschneide – und nicht etwa quer dazu – benutzt!



10 mm Edelstahl-Schneidmuster mit unterschiedlicher Schnittqualität

Nun kann man allerdings das Messer beim Schneiden in beliebige Richtung drehen und somit Konturen schneiden, was beim Laserstrahl nur mit größerem Aufwand möglich ist. Aus diesem Grund muss man sich von der „Vorzugsrichtung“ und der „linearen“ Polarisation unabhängig machen, was durch entsprechende Optiken auch erreicht wird.

Um beim Beispiel des Messers zu bleiben: Wenn wir die Messerklinge z.B. durch einen dünnen Draht ersetzen, so sieht man sofort, dass die Schnitttrichtung nun beliebig gewählt werden



10 mm Edelstahl-Schneidmuster 5 kW-CO₂-Laser, leicht elliptisch polarisiert, Phasenverschiebung <math><90^\circ</math>

kann – bei gleichbleibender Schnittqualität. Die Polarisationsoptik in Ihrem Strahlführungssystem bewirkt genau das.

Die „lineare“ Polarisation wird umgewandelt in „zirkulare“ Polarisation – die Klinge wird zum Draht! Die dazu benötigten Optiken heißen entweder „Zirkularpolarisatoren“ oder „Phasenschieber“ (englisch: Phase Retarder) oder auch einfach „Polarisationsoptiken“. Diese Optiken sind im Wesentlichen speziell beschichtete Spiegel, wobei die spiegelnden Schichten allerdings die hohen Leistungen vertragen müssen. Gleichzeitig sollen sie den Laserstrahl durch definierte Aufspaltung in seine beiden linearen Komponenten so beeinflussen, dass er „zirkular“ polarisiert wird und damit seine Leistung in jede Richtung gleich effektiv an das zu bearbeitende Werkstück abgibt.



110 mm Edelstahl-Schneidmuster, 5 kW-CO₂-Laser, zirkularpolarisiert, Phasenverschiebung $90^\circ (\pm 2^\circ)$

Dies ist durchaus nicht so einfach wie es sich anhört, denn um wirklich gute Ergebnisse zu erzielen ist es nötig, die Optiken und deren dielektrisches Schichtsystem mit sehr geringen Toleranzen zu fertigen. Die Zirkularpolarisation muss auf kleiner als 1% stimmen (d.h.: der „Draht“ darf nicht unrund – z. B.: elliptisch sein) und gleichzeitig sollen diese Optiken aber viele Kilowatt Laserleistung vertragen, ohne sich nennenswert zu erwärmen, zu verziehen oder anderweitig zu verändern.

II-VI stellt diese Optiken her! Mit reproduzierbarer Qualität. Auf Kupfer- oder Siliziumsubstrat. Für höchste Leistungen und Leistungsdichten. Noch Fragen....?

Bitte rufen Sie uns an.

Uwe Schmidt: 06151-8806-15
schmidt@ii-vi.de

Termine:

Euroblech,
Hannover
21.-25.10.08
Stand H67, Halle 12

Intec,
Leipzig
24.-27.2.09

Laser,
München
15.-18.6.09

II-VI Deutschland GmbH
Im Tiefen See 58
64293 Darmstadt
www.ii-vi.de
Tel.: 06151/880629
Fax: 06151/896667