

Das richtige Material für Spiegel bei 10,6 µm

Unser Partner Laser Beam Product Ltd. (LBP) besitzt jahrelange Erfahrung in der Herstellung von Optiken für high-power CO₂- Laseranwendungen. Als Spiegel für CO₂-Laser werden hauptsächlich Kupfer- und Siliziumsubstrate eingesetzt, aber auch andere Materialien sind lieferbar. Die Metallspiegel werden bei LBP standardmäßig vernickelt und dann mit einer extrem widerstandsfähigen Goldschicht versehen, wodurch eine sehr hohe Zerstörschwelle gewährleistet wird. Zudem schützt die dünne Nickelschicht das Kupfer vor Kontamination mit Lasergas oder Korrosion durch Kühlwasser.

Ein weiterer Pluspunkt der Fertigung bei LBP ist die chemische Politur. Im Vergleich zu herkömmlichen diamantgeschliffenen Spiegeln wird eine bessere Oberflächenqualität erzielt und dadurch die Zerstörschwelle erhöht. Die Oberflächenrauheit (Mittelwert) beträgt typ. Ra 1-3 nm (im Vergleich zu 5-25 nm bei diamantgeschliffenen Spiegeln). Die Zerstörschwelle für Kupferspiegel liegt dadurch > 40 J/cm (im Vergleich zu 10 J/cm).

Eine Produktübersicht der Infrarotspiegel mit möglichen Ausführungen zeigt die folgende Tabelle.

		E-Nickel Kupfer	Silizium	Molybdän	E-Nickel Al
Beschichtungen	Gold	✓	-	unbeschichtet (R > 98% @ 2-20µm)	✓
	MaxR	✓	✓		✓
	L/4	✓	✓		-
	ES	-	✓		-
Dimensionen		Dm. 5 – 150 mm und jede andere Form	Dm. 5 – 150 mm	Dm. 15 – 100 mm	Dm. 5 – 150 mm und jede andere Form
Ausführungen		Plan, konkav, konvex, zylindrisch (Radius 8mm - 60m)	Plan, konkav, konvex (Radius 1m - 60m)	Plan, konkav, konvex (Radius 1m – 30m)	Plan, konkav, konvex (Radius 8mm - 60m)
Wasserkühlung (optional)		✓	-	-	✓
Zerstörschwelle		■ ■	■	■ ■ ■	■
Bemerkungen		<ul style="list-style-type: none"> Gute thermische Eigenschaften für high power cw und gepulste Laser. Erreicht höchste Zerstörschwellen bei hoher Reflektivität mit Gold- oder MaxR-Beschichtung 	<ul style="list-style-type: none"> Leicht und dünn bei sehr guter Oberflächenqualität. Für kleine und mittlere Leistungen. 	<ul style="list-style-type: none"> Sehr hartes Material für raue Umgebungen, unbeschichtet, leicht zu reinigen bei Schmutz und Ablagerungen. Für high power cw und gepulste Laser. Kann nachpoliert werden. 	<ul style="list-style-type: none"> Leicht, Dichte 1/3 von Kupfer, ähnlich zu Silizium. Für kleine und mittlere Leistungen.
Typ. Anwendung		<u>Gold coated</u> - externe Strahlführung <u>MaxR coated</u> - externe Strahlführung und in der Kavität <u>L/4 coated</u> - zirkulare Polarisierung bei CO ₂ Lasern	<u>MaxR coated</u> - externe Strahlführung und in der Kavität <u>L/4 coated</u> - zirkulare Polarisierung bei CO ₂ Lasern <u>ES-coated</u> - externe Strahlführung	Schweißen, heat treating, Gasanalyse, externe Strahlführung	Leichtbau, Scanning und Galvo-Spiegel



BESCHICHTUNGEN FÜR SPIEGEL BEI 10,6 µm

Spiegel für 10,6 µm können mit Hart-Gold-, MaxR-, ES- oder L/4-Schichten versehen werden. Je nach der Anwendung ergeben sich Vor- und Nachteile für die verschiedenen Beschichtungsvarianten.

Hart-Gold:

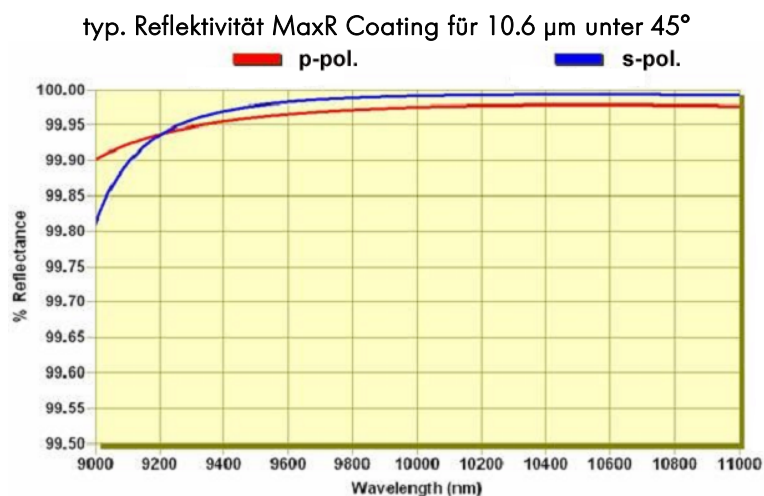
Die galvanisch aufgebraute Gold-Beschichtung zeichnet sich durch eine sehr große Bandbreite von 2-20 µm aus. Spiegel mit Gold-Beschichtung werden hauptsächlich zur externen Strahlführung verwendet.

- $R > 98,8\%$ für 2-20 µm
- hohe Zerstörschwelle $> 40\text{kW}$, gepulst: 46 J/cm^2 bei 80ns (10,6 µm)
- geringster Phasenshift $< 1^\circ$
- winkelnunabhängig
- gute Reflexion im Sichtbaren, erlaubt Ausrichtung mit Ziellasern
- keine Ablösungen, wenn beschädigt
- auch für Er:YAG Laser geeignet

MaxR:

Die MaxR-Schicht hat einen sehr hohen Reflektivitätsgrad für 10,6 µm ($R > 99,8\%$) und wird daher speziell innerhalb der Kavität verwendet. Die Schicht ist sehr hart und leicht zu reinigen.

- $R > 99,8\%$ @ 10,6 µm
- UV resistent
- lange Lebensdauer
- geringer Phasenshift $< 2^\circ$



ES-coating:

- enhanced Silver-Coating für Silizium-Spiegel
- $R > 99,5\%$ @ 10,6 µm
- Silizium-Spiegel können auch mit Dualband- (z.B. 633 nm & 10,6 µm) oder Breitbandcoatings (z.B. 3-5 µm) beschichtet werden.



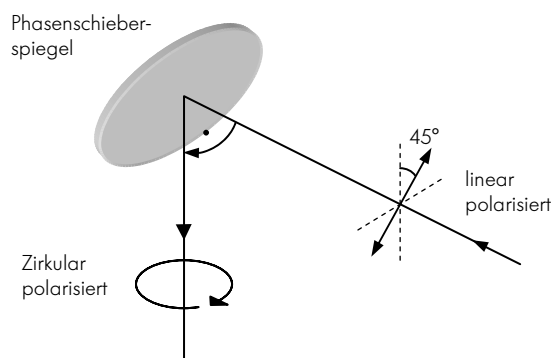
L/4:

Die L/4 Schicht (sog. Phasenschieber) wird verwendet, um linear polarisierte Strahlen in zirkular polarisierte Strahlung umzuwandeln und ein achsenunabhängiges, gleichmäßiges Schneidergebnis zu erreichen.

- $R > 98,8\%$ @ 10,6 µm
- Phasenshift: 90° (+/- 3°)

Anordnung im Strahlengang

Der ausgekoppelte, linear polarisierte Laserstrahl muss unter einem Winkel von 45° auf den Phasenschieber treffen, wobei er zusätzlich unter 45° zur Umlenkebene polarisiert ist (vgl. Abbildung). Nur bei dieser Anordnung kann linear polarisiertes Licht in zirkulares gewandelt werden.



Einbaulage eines L/4-Phasenschieberspiegels

AUFARBEITUNG VON SPIEGELN

Neben der Neufertigung bietet Laser Beam Products Ltd. auch die Aufarbeitung dieser Spiegel an. Die Spiegel werden dabei poliert und je nach Anforderung neu beschichtet.

Dieses Verfahren lohnt sich vor allem bei Spiegeln mit:

- interner Wasserkühlung
- Durchmessern größer als 60 mm
- Dicken größer als 15 mm
- Bohrungen für Halterungen, Flansche oder Profile
- nicht-runden Formen z. B. quadratisch, rechteckig, Prismen

Die meisten Oberflächenformen wie plan, konkav, konvex und sogar einige parabolische Formen können überarbeitet werden.

Je nach Verschleiß können die Spiegel auch mehrfach überarbeitet werden.

Neben der Kosteneinsparung für das Rohmaterial und der aufwendigen Fertigung spielt natürlich auch der Umweltfaktor eine große Rolle!

05/09 / V4 / HW / lbp/ ir-spiegel.doc

