

Phasen hologramme in photographischen Emulsionen mit hohem Wirkungsgrad im blaugrünen Spektralbereich

P. BARLAI

Institut für Informationsverarbeitung in Technik und Biologie der Fraunhofer-Gesellschaft e.V., Karlsruhe

(Z. Naturforsch. 27 a, 544 [1972]; eingegangen am 21. Oktober 1971)

Bei den in der Literatur angegebenen Bleichmitteln zur Herstellung von Phasen hologrammen ist es störend, daß sie Emulsionen mit einer mehr oder weniger starken Eigenfärbung ergeben. Das Transparenzmaximum liegt dabei auf der langwelligeren Seite des Spektrums, so daß gelbe und rote Farben überwiegen. Bei Lichteinfall verlieren die Emulsionen an Transparenz, wobei meistens eine noch stärkere Rot- oder Braunfärbung in Erscheinung tritt, da die durch den Bleichprozeß entstandenen, durchsichtigen Silbersalze durch Licht zu neutralem Silber reduziert werden¹⁻³. Phasen hologramme mit hohem Wirkungsgrad auch im blaugrünen Spektralbereich bei großer Lichtbeständigkeit erhält man dagegen, wenn das Hologramm nach der Entwicklung für die Dauer von 2 bis 5 Minuten in das betreffende Bleichbad gelegt wird.

1. Chromsäure-Bleichbad

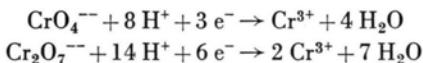
CrO_3 Chrom(VI)-oxid	20 g
Wasser	1000 cm ³

Reaktionen:

Es entstehen sofort die starken Oxydationsmittel Mono- und Dichromsäure. Das Gleichgewicht verschiebt sich bei steigender Verdünnung zugunsten der Monochromsäure nach der Reaktion

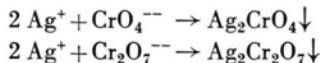


Die Oxydationsenergie wird aus den Reaktionen



bezogen, wobei die Elektronen vom Silber stammen.

Es bilden sich wahrscheinlich Silberchromat und Silberdichromat nach den Reaktionen



Das Mischungsverhältnis wird von der Konzentration des in Wasser gelösten Chrom(VI)-oxids abhängen.

Diese Arbeit wurde aus Mitteln des Bundesministeriums der Verteidigung ermöglicht.

- ¹ J. UPATNIEKS u. C. LEONHARD, Appl. Opt. 8, 85 [1969].
² D. H. McMAHON u. W. T. MALONEY, Appl. Opt. 9, 1363 [1970].

Eigenschaften:

Emulsion nach dem Bleichen fast glasklar, etwas gelblich gefärbt. Hoher Wirkungsgrad bei sehr geringem Streulicht, geringe Lichtempfindlichkeit. Nach starkem Lichteinfall wird die Emulsion leicht grau.

Des weiteren werden ein Bleichbad und zwei Tonungsbäder angegeben, die bei richtiger Anwendung völlig farblose Emulsionen liefern oder das Transparenzmaximum in das Blaugrüne verlegen. Dies bringt einen deutlichen Energiegewinn bei der Rekonstruktion des Hologramms z.B. mit einem Argon-Ionenlaser ($\lambda = 488$ nm oder 514 nm). Das zweite Tonungsbader gibt eine etwas kräftigere Blaufärbung als das erste.

2. Herstellung farbloser oder blaugrüner Tonungen Bleichbad:

$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ Kaliumhexacyanoferrat(III)	45 g
Wasser	1000 cm ³
Die Reaktion ist vermutlich	
$4 \text{Ag} + 4 \text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6 \rightarrow \text{Ag}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \downarrow + 3 \text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$.	
Zwischenwässern 15 Minuten.	

Tonungsbäder:

$\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ Ammoniumeisen(III)-sulfat	20 g
H_2SO_4 konz. Schwefelsäure	10 cm ³
Wasser	
oder	1000 cm ³
$\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ Ammoniumeisen(III)-sulfat	20 g
$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ Oxalsäure	20 g
$\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ Eisen(III)-chlorid	20 g
Wasser	1000 cm ³
Schlusswässern in beiden Fällen 1 Stunde in fließendem Wasser.	

Eigenschaften:

Bei Zeiten von einigen Sekunden ergeben diese Blau-tonungsbänder vollkommen farblose, fast glasklare Emulsionen. Bei längerer Einwirkzeit entsteht eine Blaugrün- bis Blaufärbung, bei dem zweiten Tonungsbader etwas kräftiger⁴. Sehr hoher Wirkungsgrad bei geringem Streulicht. Geringe Lichtempfindlichkeit. Unter starkem Lichteinfluß dunkelt auch eine auf diese Weise behandelte Emulsion etwas nach, das Transparenzmaximum bleibt aber im blaugrünen Bereich, wobei die Blaufärbung noch etwas intensiver wird.

Fixieren ist bei allen diesen angegebenen Verfahren überflüssig.

³ R. L. LAMBERTS u. C. N. KURTZ, Appl. Opt. 10, 1342 [1971].

⁴ Es entstehen Eisen-Silber-Komplexsalze, vermutlich Eisen(III)-Silbersulfat $\text{AgFe}(\text{SO}_4)_2$, bzw. Eisen(III)-Silberoxalat $\text{Ag}_3\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3$. Eisenionen bewirken die Blaufärbung.