

M. Françon

HOLOGRAPHIE

Übersetzt und bearbeitet von I. Wilmanns

Mit 139 Abbildungen

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1972

Professor Dr. Maurice Françon
Institut d'Optique, Université de Paris

Dr. Ingo Wilmanns
Brühl über Köln

Titel der französischen Originalausgabe: Holographie
© Masson & Cie, Editeurs, Paris, 1969

ISBN 3-540-05592-4 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
ISBN 0-387-05592-4 Springer-Verlag New York Heidelberg Berlin

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Bei Vervielfältigungen für gewerbliche Zwecke ist gemäß § 54 UrhG eine Vergütung an den Verlag zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist. © by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1972. Library of Congress Catalog Card Number 77-173746. Printed in Germany. Monophotosatz, Offsetdruck und Bindearbeiten: Universitätsdruckerei H. Stürtz AG, Würzburg

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
-----------------------------	---

Kapitel 1

Grundlagen

1.1. Die Amplituden- und Phasenänderungen einer Lichtwelle	3
1.2. Kann man die Phasenunterschiede eines transparenten Objektes sichtbar machen?	5
1.3. Räumliche Kohärenz	10
1.4. Zeitliche Kohärenz	14
1.5. Die Kohärenz im Falle der Laser	18
1.6. Beugung im Unendlichen und in endlicher Entfernung	19
1.7. Beugung durch ein Amplitudengitter	23
1.8. Beugung an einem Phasengitter	25
1.9. Beugung durch ein Sinusgitter	26
1.10. Photographie eines Sinus-Amplitudengitters	27
1.11. „Gebrochene“ Photographien	30
1.12. Beugung an einem zirkulären Gitter. Photographie eines zirkulären Gitters	30
1.13. Filterung von räumlichen Frequenzen	33
1.14. Die Photographie eines Phänomens stehender Wellen	35

Kapitel 2

Das Prinzip und die Anwendungen der Holographie

2.1. Historischer Rückblick	37
2.2. Rekonstruktion des Bildes eines leuchtenden Punktes	38
2.3. Rekonstruktion eines dreidimensionalen Bildes eines beliebigen Objektes. Fresnel-Hologramm	42
2.4. Der Einfluß des Auflösungsvermögens der photographischen Emulsion auf die Aufnahme eines Hologramms	45

Inhaltsverzeichnis

2.5. Kohärenzlänge der von der verwendeten Lichtquelle aus- gestrahlten Lichtwellen	46
2.6. Kohärenter Untergrund, der von einer sphärischen Welle hervorgerufen wird	47
2.7. Zuordnung zwischen den Objektpunkten und dem Hologramm	49
2.8. Geometrische Optik der Hologramme	49
2.9. Aberrationen der Hologramme	50
2.10. Fourier-Hologramme	50
2.11. Holographie für den Fall, daß die verschiedenen Objektpunkte inkohärent sind	52
2.12. Der Einfluß der Dicke der photographischen Schicht	54
2.13. Farbige Holographie	58
2.14. Phasen-Hologramme	60
2.15. Anwendung der Holographie für die Interferometrie	60
2.16. Interferometrie mit einem streuenden Schirm	63
2.17. Interferometrie streuender Objekte	65
2.18. Holographie von Objekten in Bewegung	66
2.19. Hologramme, die durch ein die Phase beeinflussendes Medium aufgenommen wurden	68
2.20. Fourier-Hologramme und optisches Filtern	70
2.21. Anwendung der Holographie auf die Mikroskopie	72
2.22. Akustische Holographie	73
2.23. Die holographische Auswertung von kohärenten Radar- beobachtungen	77

Kapitel 3

Bildentstehung in der Holographie

3.1. Aufnahme der Phase und Amplitude, die von einer Punkt- lichtquelle ausgehen	81
3.2. Rekonstruktion des Bildes der Punktlichtquelle	83
3.3. Der Fall eines beliebigen Objektes	85
3.4. Bemerkungen zur Untersuchung der aus Hologrammen stammenden Bilder	86
3.5. Die Geometrie der Aufnahme der Hologramme und der Rekonstruktion der Bilder	87
3.6. Interferometrie mit Hilfe der Holographie	92
3.7. Interferometrie mit Hilfe der Holographie bei Verwendung von Mattscheiben	95
3.8. Interferometrie mit Hilfe der Holographie und Streuschirmen hoher Durchlässigkeit	98

3.9. Einige Versuche mit der Holographie von Gabor 99
 3.10. Holographie bewegter Objekte 102
 3.11. Die Zonenplatte in der Holographie 106

Kapitel 4

Holographie mit dem Computer

4.1. Einleitung 112
 4.2. Binäre Hogramme des Fourier-Typs 114
 4.3. Hogramme in mehreren Graustufen. Kinoforme 119

Kapitel 5

Optisches Filtern und Formenerkennung

5.1. Die Fresnel-Kirchhoffsche Gleichung 121
 5.2. Die Phasenverschiebung einer Welle beim Durchgang durch eine dünne Linse 122
 5.3. Die Amplitude in der Brennebene einer Linse, wenn sich ein beugendes Objekt an der Linse befindet 124
 5.4. Das beugende Objekt befindet sich in der Entfernung d von der Linse 125
 5.5. Optisches Filtern in kohärenter Beleuchtung 126
 5.6. Das dem Signal angepaßte Filter 127
 5.7. Filterung eines Objekts, wenn das Filter die Fouriertransformierte eines gegebenen Signals ist (angepaßtes Filter) . . 129
 5.8. Das Prinzip der Formenerkennung durch Autokorrelation . 131

Bibliographie 135

Sachverzeichnis 153