

Title	部分的コヒーレント照明下における結像特性の評価と改善に関する研究
Author(s)	山本, 公明
Citation	大阪大学, 1977, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/31638
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	山本公明
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 3944 号
学位授与の日付	昭和 52 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科 応用物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	部分的コヒーレント照明下における結像特性の評価と改善に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 鈴木 達朗 (副査) 教授 久保 忠雄 教授 三石 明善 教授 藤田 茂 教授 橋本初次郎 授 大嶋 泰治

論文内容の要旨

本論文は、部分的コヒーレント照明下の光学系における照明条件と結像特性の関係、および分解能、忠実性、焦点深度の特性を改善する方法に関する研究成果を述べたものである。

第 1 章では、コンデンサー瞳面が部分的コヒーレント状態でも使用できる一般化された結像式を導き、それによって従来取り扱えなかったような照明条件下の結像特性を考察すると共に、従来広く使用されていた H. H. Hopkins の結像式が使用できる実用的な条件を明らかにしている。

第 2 章では、部分的コヒーレント照明下でありながら、光学系を線形系とみなし得る条件を理論的に考察し、従来から知られていた線形条件以外にも線形となる条件が存在することをみだしている。また、このような系の結像特性の特徴を空間周波数応答特性を用いて明らかにしている。

第 3 章では、非線形光学系での結像特性を検討している。最初に物体として周期物体を考え、それをフーリエ級数に展開し、そのフーリエ係数を基にして、従来から存在する部分的コヒーレント結像系の周波数空間での評価尺度を拡張した評価量を設定するとともに、その内容を考察し、次にその評価量ならびに代表的物体に対するシミュレーション像の特性を比較検討することによって、光学系の正焦点、焦点外れ、それぞれの状態において、照明光のコヒーレンス度の変化が結像特性に及ぼす影響および物体の位相成分が像形成に寄与する効果等に関するいくつかの知見を明らかにしている。

第 4 章では、1 つの特殊な照明形態と考えられる輪帯照明下の結像特性を検討し、この照明法特有の優れたいくつかの結像特性を明らかにしている。

第 5 章では、顕微鏡観察において極めて重要でありながら従来全く調べられていなかった明るい背景中の暗い 2 点物体を対象とした場合の分解能と開口数比との関係を理論的に考察し、このような場

合の特性は、暗い背景中の明るい2点物体を対象とした時の特性とは大きく相違し、開口数比が1以上においてほとんど不変であることを明らかにしている。

第6章では、重要な結像特性と考えられる、分解能、忠実性、焦点深度等の特性を改善する方法を探索し、適当な輝度分布をもつ光源、アポダイゼーションおよび両者の併用がこれらの特性を改善する上に非常に有効であることを明らかにしている。

総括では、本研究で得られた成果を要約している。

論文の審査結果の要旨

光学顕微鏡においては物体は通常、部分的コヒーレント照明下において観察される。しかしながら部分的コヒーレント照明下における結像問題の取扱いは従来困難視され、特殊な条件の下における取扱いがなされていたにすぎなかった。本論文においては、これの一般化された結像式を導き、照明条件と結像特性との関係を明らかにするとともに、この結果を用いて、像の分解能、忠実性、焦点深度を改善する方法に関していくつかの知見を与えている。以上の成果を要約すると次の如くである。

- (1) 顕微鏡結像理論として従来から広く用いられていた H. H. Hopkins の理論を適用し得る条件を明らかにした。
- (2) 部分的コヒーレント照明下における顕微鏡の結像特性は本来、非線形であるが、このような場合に適用し得る拡張された評価尺度を設定し、それに基づいて、正焦点ならびに焦点外れ時に於てコヒーレンス度が結像特性に及ぼす影響を明らかにした。
- (3) 顕微鏡の分解能を論ずるに際して物体としては従来、暗い視野中の明るい2点が用いられていたが、実際の観察は明るい視野中の不透明な2点に対して行われるのが通常である。この両者に対する分解能を比較してこの両者に大きな差異のあることを見出し、後者においては対物レンズに対するコンデンサーレンズの開口数比が1以上では分解能はほとんど不変であることを見出した。
- (4) 光源の輝度分布ならびに対物レンズの透過率分布を適当に変化させることによって焦点深度を改善し得ることを見出し、計算機シミュレーションならびに実験によっても確かめた。以上の他、輪帯形照明光源が分解能の向上に寄与し得る場合があることも指摘した。

これらの研究結果は写像光学の発展に寄与するのみならず、微生物、その他顕微鏡を用いる研究に対しても、貢献するところが大きい。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。