

Title	光回折を用いた超音波映像法に関する研究
Author(s)	雑賀, 憲昭
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/1792
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名・(本籍)	さい 雑	が 賀	のり 憲	あき 昭
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	3593	号	
学位授与の日付	昭和51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	光回折を用いた超音波映像法に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 鈴木 達朗 (副査) 教授 竹内 竜一 教授 藤田 茂 教授 三石 明善 教授 橋本初次郎			

論文内容の要旨

本論文は、Korpel によって考案された音波による光波の回折現象を利用して音波像を投影する映像法、いわゆる Bragg Imaging System に関して行なった研究について述べたものである。

第1章では、Bragg Imaging System が結像系としての機能を有することを理論的に確証するため、Angular Spectrum 表示法を用いて、この結像作用を説明し、音波の波動効果を考慮した結像式を導出した。

第2章では、物体像の分解能を決定する要因を実験的に調べ、これを理論的に検討した。分解能を評価するため、結像を表示する座標系を導入し、結像系の特質を調べた。像の分解能の評価式は、像を構成する物体の空間周波数の帯域制限の効果から導出し、実験結果と比較検討した。その結果、結像式に基づいた評価式が、実験結果を十分に説明するものであることを明らかにした。

第3章では、シュミレーションにより、物体像の画像特性を調べた。物体は、Bragg Imaging System が、コヒーレント結像系であることから、照射音波が物体を透過しない場合と、透過する場合に分けて考えた。前者は、結像作用に寄与する物体情報は、物体の振幅成分だけであり、振幅物体として取り扱った。後者は、物体の振幅位相成分による結像の場合で、前者より一般的な結像の場合であり、物体像の形成には、物体の位相成分も重要な役割を持つことを明らかにした。

第4章では、Bragg Imaging System の分解能の向上を試みた。光学的な超解像結像法の技術を利用したもので、この原理に基づいて Bragg Imaging System の超解像系の構成と理論的表式を示した。その過程で、光波と音波の相互作用により生起される回折光間の干渉によるホログラム作成法を提案し、再生像が、分解能の向上に寄与することを確かめた。

第5章では、Bragg Imaging System による生物試料の映像を考え、ノイズに制限される像の検出性の改良を試みた。最初に、像面上のノイズ及び物体像の空間周波数分布とノイズの振舞いについて調べ、両者が、時間周波数的に分離し得る効果を利用したノイズ除去法を提案した。この原理に基づいて電気的処理システムの試作を行ない、実時間で像の検出感度の回復が計られることを示した。最後に、通常の Bragg Imaging System で得られる物体像のS/N 比を理論的に評価し、ノイズ処理を行なうことにより改良された像の検出感度について調べた。

論文の審査結果の要旨

物体によって散乱された超音波に集束的レーザー光束を照射し、超音波による Bragg 回折を応用して物体像を得ようとするいわゆる Bragg Imaging System はその像が比較的良好なことから近年着目されてきた技術であるが、従来その結像理論の取り扱いは主として幾可光学的に行なわれ、これでは分解能などを決定する因子を論ずることはできない。本論文はこれを波動光学的に取り扱い、まず分解能を決定する要因を理論的に導き、実験的にも確かめている。

ついで照射音波が物体を透過しない場合と、一部分透過する場合とに分けて取り扱い、後者の場合、透過波の位相遅れが像形成に重要な影響を与えることを明らかにしている。

さらにホログラム的手法を用いて超解像を得る方法を提案し、分解能の向上を期待し得ることを実験によって確かめている。

一般に Bragg Imaging System による像には雑音が多く含まれる。本研究においてはこれらの雑音の種類ならびに周波数分布を調べ、雑音を軽減するための電気的処理方法を提案し、実験的にも本方法が有効であること、ならびに実時間で像の検出感度の向上が計られることを示している。

これらの結果は Bragg Imaging System を非破壊検査、生体内部の観察などに応用する上で新しい重要な知見を与えるもので、この方面の工学に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があるものと認める。