

Title	回折格子によつて発生した空間搬送波の変調と復調による歪測定
Author(s)	三野, 正幸
Citation	
Issue Date	
oaire:version	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/28960">https://hdl.handle.net/11094/28960</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名・(本籍)	三野正幸 のまさゆき
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 9 3 5 号
学位授与の日付	昭和 41 年 3 月 28 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	回折格子によつて発生した空間搬送波の変調と復調 による歪測定
学位審査委員	(主査) 教授 篠田 軍治 (副査) 教授 城 憲三 教授 吉永 弘 教授 藤田 茂 教授 鈴木 達朗 教授 千田 香苗 教授 庄司 一郎 教授 吉岡 勝哉 教授 竹内 竜一 教授 笠原 芳郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

回折格子はその透過率分布あるいは位相分布にしたがう空間的な波を発生させるとみなされる。荷重により歪んだ回折格子のある断面を考えるとその空間的な波を搬送波とし、その断面方向の歪分布を変調波として空間周波数変調されている。本研究はこの考え方に基づいて歪分布を試料の像面上に光の強度分布として測定する方法を開発したものである。

主論文の第 1 章は本研究に用いた写像光学系の結像関係を導くと共に、上の考えを述べたものである。歪分布を試料の像面上に光の強度分布として得るには、歪分布である変調波を復調するという立場で考えることができる。それには Fraunhofer の回折面に適当なマスクを挿入して搬送波およびその側帯波のスペクトルに空間的なフィルタリングを施せばよい。

第 2 章は各種の復調方法について具体的に検討したものである。それには (1) 振幅透過率が回折面にそって直線的に減少している光学楔を用いる方法、(2) ナイフェッジを用いて搬送波の周波数よりも高周波側のスペクトルを取除く方法、(3) 面積型楔を用いる方法がある。(1) は復調の忠実度が良く、歪分布と像面上の強度分布とは正しく一致する。(2) の特徴は感度が高いことである。(3) はナイフェッジを用いる方法よりも忠実度の良い方法であるが、さらにこの原理と同じことが光源幅を増し、回折面にナイフェッジを挿入する方法によっても達成でき、この場合線光源を用いるよりも光学系を非常に明るく使用できる。また以上の復調方法によって単色で現われた強度分布に特定の色を一様に加えることにより色差としても検出できることが示されている。

第 3 章は実際の歪測定の方法について検討したもので試料の作成方法、平面応力による歪分布の

測定法および測定感度について述べてある。試料の線光源に垂直な断面の歪分布が像面上その断面の共軛位置で測定されるから、光学系全体を考えればその各断面の積み重ねで試料全体にわたる断面方向の歪分布を一度に測定できる。平板内の歪分布を完全に決定するには試料を適当に回転して、光源に垂直な三方向の歪を測定すればよい。測定感度は用いる回折格子の格子間隔に逆比例するが、0.01%以下の歪量を検出しようことが述べてある。

写真乳剤を塗布して写真的に格子を転写すれば、対象物の歪分布を直接に測定することができる。第4章は本測定法の実験例としてアルミニウム粗大結晶を引張り変形させたときの歪分布を測定したもので、結晶粒内における伸びの不均一、および粒界では伸びが拘束されている状態が示されている。

さらに第5章では荷重による格子歪に限ることなく、この測定法を分光用回折格子のピッチ誤差の検定に利用した結果を示してあり、周期的に生じているピッチ誤差などが検出された。これより *ruling engine* の歯車の偏心などの不良個所を知ることができ、その精度向上に役立てることができる。

本研究の内容は主論文の総括にまとめられているが、それによれば本測定法は対象物を直接に試料として感度よく微小領域の歪の変動を測定できる。さらに歪分布が光の強度分布あるいは色差として試料全面にわたって一度に検出されるから歪の分布状態をつかみやすく、また測光すればそれが定量値を与えるから解析が簡単であることもその特徴である。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は荷重により歪んだ回折格子のある断面を考えると、それは格子の空間的な波を搬送波とみなし、断面方向の歪分布を変調波として空間搬送波が周波数変調されているという考えに基づいて歪分布を試料の像面上に光の強度分布として直示測定する方法を開発したもので、序論、本文5章および総括からなっている。

第1章は本研究に用いた写像光学系の結像関係を導いたものである。歪分布を試料の像面上に光の強度分布として得るには、歪分布を周波数被変調波から復調するという立場で考えることができるとして、それには *Fraunhofer* の回折面に適当なマスクを挿入して搬送波およびその側帯波のスペクトルに空間的なフィルタリングを施せばよいことを指摘している。

第2章は各種の復調方法について具体的に検討したものである。それには(1)振幅透過率が回折面にそって直線的に減少している光学楔を用いる方法、(2)ナイフエッジを用いて上側帯波スペクトルを取除く方法、(3)面積型楔を用いる方法などがある。

(1)は復調の忠実度が良く、歪分布と像面上の強度分布とは正しく一致する。(2)の特徴は感度が高いことである。(3)はナイフエッジを用いる方法よりも忠実度の良い方法であるが、さらにこれと同じことが光源幅を増して光源に面積をもたせ回折面にナイフエッジを挿入することによっても達成でき、線光源を用いるよりも光学系を非常に明るく使用できる。また以上の復調方法によって単色で現われた強度分布に特定の色を一様に加えることにより色差としても検出できることが示され

ている。

第3章は実際的な歪測定の方法について検討したもので試料の作成方法、平面上の歪分布の測定法および測定感度について述べてある。試料の線光源に垂直な断面の歪分布が像面上その断面の共軛位置で測定されるから、平板上の歪分布を完全に決定するには試料を適当に回転すればよいこと、測定感度は用いる回折格子の格子間隔に逆比例するが0.01%以下の歪量を検出しようと述べている。また写真乳剤を塗布して写真的に格子を転写して、反射光によって対象物の歪分布を直接に測定することができる。

第4章は実物についての実験例としてアルミニウム粗大結晶を引張り変形させたときの歪分布を測定したもので、結晶粒内における伸びの不均一、および粒界では伸びが拘束されている状態が示されている。

さらに第5章では荷重による格子歪に限ることなく、この測定法を分光用回折格子のピッチ誤差の検定に利用した結果を示してあり、周期的に生じているピッチの誤差などが検出された。これより回折格子の製作に使われる *ruling engine* の歯車の偏心などの不良個所を知ることができ、その精度向上に役立てることができると述べている。

総括には以上の結果が要約されている。

本論文は光弾性法に代ることができると同時に、それにはいくつかの特長をもつ歪測定法を開発した結果を述べたものである。回折格子を使う歪測定は従来も研究された例はあるが著者の行ったものは再回折による光学的な変調および復調の手法を取り入れた点で従来のものと全く異なっている。著者はこの方法を実物試料の歪研究などに応用し、工学的にも工業的にも大きな貢献をした。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。