

## 論文審査の要旨および学識確認結果

| 報告番号  | 甲 第 号   | 氏 名      | 香西 孝司       |
|---|---|----------|-------------|
| 論文審査担当者：  |   |          |             |
|   | 主査  | 慶應義塾大学教授 | 博士（工学） 閻 紀旺 |
|   | 副査  | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 小茂鳥潤   |
|   |   | 慶應義塾大学教授 | 博士（工学） 大宮正毅 |
|   |   | 慶應義塾大学教授 | 博士（工学） 柿沼康弘 |
| <p>学士（工学）、修士（工学）、修士（商学）香西孝司君提出の学位請求論文は「Investigation of Mechanism for Microstructural Changes in Hard-brittle Materials During Cyclic Nanoindentation」（繰返しナノインデンテーションによる硬脆材料の微視的構造変化メカニズムの解明）と題し、7章から構成されている。</p> <p>ナノインデンテーションは材料の変形、破壊、相変態など様々な微視的構造変化のメカニズムを調査する重要な手法であり、これを用いてすでに多くの研究が進められている。しかし、そのほとんどは1度のみ負荷/除荷を行った際の押込み挙動にしか着目しておらず、実際の材料使用時や加工時の状態に近い繰返し負荷/除荷における微視的構造変化の研究は十分に進んでいないのが現状である。本論文では、代表的な硬脆材料として単結晶ゲルマニウム、多結晶ジルコニア、およびアモルファス材料である熔融石英にそれぞれ繰返しナノインデンテーションを実行し、微視的構造変化メカニズムの解明を試みている。圧痕の断面観察や結晶構造分析そして荷重変位曲線解析などを通じて、従来の1回押込みの研究では見られなかった新たな材料構造変化を確認し、そのメカニズムを解明している。</p> <p>第1章では、本研究の背景、目的および概要について述べている。</p> <p>第2章では、ナノインデンテーションの従来研究について概説し、単結晶、多結晶、アモルファス材料においてそれぞれ確認されている基本的な微視的構造変化を分類している。</p> <p>第3章では、ナノインデンテーションにおける基本理論について説明し、本研究で使用する実験手法およびデータ解析手法の概要を述べている。</p> <p>第4章では、単結晶ゲルマニウムへの一定最大荷重における繰返しナノインデンテーションを行い、その結果について考察を行っている。押込みサイクル間の保持荷重の大きさに応じて異なる相変態現象を確認し、そのメカニズムについて荷重変位特性に基づいて考察している。</p> <p>第5章では、多結晶材料であるイットリア安定化ジルコニアへの一定最大荷重における繰返しナノインデンテーションを行っている。一定最大荷重における繰返しナノインデンテーションは1回押込みと比較して主に圧痕の外において正方晶から単斜晶への相変態を促進することを確認し、その構造変化モデルを提唱している。</p> <p>第6章では、アモルファス材料である熔融石英に対して漸増最大荷重における繰返しナノインデンテーションを行い、その結果について考察を行っている。漸増最大荷重での繰返しナノインデンテーションはラテラルクラックによる脆性破壊を促進することに加え、圧痕の外に向かって連なる2次ラテラルクラックの形成など、特徴的破壊挙動を示すことを確認している。また、それらのメカニズムについて考察を行っている。</p> <p>第7章では、本研究の主な結論および今後の課題を要約している。</p> <p>以上要するに、本論文は代表的な硬脆材料に対して材料使用時や加工時の状態に近い繰返し負荷/除荷における微視的構造変化のメカニズムを解明するとともに、ナノスケールの材料加工特性を明らかにしたものであり、加工学および材料力学の分野において工学上、工業上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p> |   |          |             |
| 学識確認結果  | 学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（マルチディシプリナリ・デザイン科学専修）科目担当者で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。 |          |             |