

## 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	水本 由達
論文審査担当者：			
	主査	慶應義塾大学准教授	博士(工学) 柿沼 康弘
	副査	慶應義塾大学教授	博士(工学) 青山 英樹
		慶應義塾大学教授	博士(工学) 閻 紀旺
		慶應義塾大学准教授	博士(工学) 田邊 孝純
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士(工学), 修士(工学)水本由達君提出の学位請求論文は「Investigation on Surface Integrity in Ultra-precision Cutting of Single Crystalline Optical Materials for Microcavity」(微小光共振器のための単結晶光学材料の超精密切削における表面品位に関する研究)と題し, 7章から構成されている。</p> <p>光を小さな空間に閉じ込めることができる微小光共振器は, 光カーコムや全光信号処理回路のような次世代光デバイスにとって必要不可欠である。高 Q 値微小光共振器には, 光学特性の観点からフッ化カルシウム (CaF<sub>2</sub>) やサファイアなど単結晶光学材料を用いることが理想とされ, その製造には超精密機械加工が主として用いられている。しかし, 単結晶光学材料は脆性と結晶異方性を有するため, その被削性に課題を残している。本論文の著者は, 単結晶 CaF<sub>2</sub> とサファイアの超精密切削における表面品位を詳細に解析し, その結果に基づき, 超精密切削加工による微小光共振器の作製に成功している。</p> <p>第 1 章は序論であり, 本論文の概要について述べている。</p> <p>第 2 章では, 本研究の位置づけと, 微小光共振器と単結晶光学材料の超精密機械加工に関する背景について示し, 本研究の目的を述べている。</p> <p>第 3 章では, 超精密切削において表面品位に影響を与える材料破壊系を説明している。材料破壊挙動の解析モデルとして分解応力モデルを用い, すべり, へき開, 双晶の起きやすさを解析するために, 重み付きシュミット因子とへき開破壊パラメータを提案している。</p> <p>第 4 章では, 引っかき試験, 外周旋削試験における単結晶 CaF<sub>2</sub> の切削性能の評価結果を示している。切削する結晶面と方向に依存して表面品位は異なり, 表面形態, 表面粗さ, 臨界切り込み深さが結晶構造に応じて変化することを明らかにしている。臨界切り込み深さの変化が提案した重みづけシュミット因子と一致する傾向を示し, {100}&lt;011&gt;すべり系, {111}へき開と部分的に{110}へき開が異方的破壊挙動に寄与することを実験的に明らかにしている。</p> <p>第 5 章では, (0001)面サファイアの引っかき試験の評価結果を示している。CaF<sub>2</sub> と同様, 表面品位が切削方向に依存することを示し, 臨界切り込み深さの変化が重みづけシュミット因子とへき開破壊パラメータの両方とよく一致する傾向を示している。分解応力の計算結果に基づき, ロムボヘドラル双晶, ロムボヘドラルへき開, プリズマティックへき開が異方的破壊挙動において支配的であることを実験的に明らかにしている。</p> <p>第 6 章では, 超精密切削加工による微小光共振器の作製に関して, 表面品位と共振器形状が共振性能に与える影響を調べることで, その有効性を示している。本研究における最高 Q 値として <math>4.6 \times 10^6</math> の Q 値をもつ微小光共振器が得られ, また異常分散を有する台形微小光共振器の作製にも成功している。更に, 熱光学振動抑制のために, CaF<sub>2</sub>-真鍮ハイブリッド共振器を設計及び製作し, 評価した結果について述べている。従来の一材料の微小光共振器に比べ, 製作したハイブリッド共振器は高い熱的安定性を有することを実験的に示している。</p> <p>第 7 章は結論であり, 得られた成果を総括し, 今後の展望について述べている。</p> <p>以上要するに, 本論文は, 単結晶光学材料の超精密切削が表面品位に与える影響を明らかにし, 微小光共振器の製造に応用したものであり, 生産加工学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 (システム統合工学専修) 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。		