

様 式 F - 7 - 1

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（令和２年度）

			機関番号	1 4 6 0 3
所属研究機関名称 奈良先端科学技術大学院大学				
研究 代表者	部局	先端科学技術研究科		
	職	准教授		
	氏名	垂力坤 亜夏爾		

1．研究種目名 若手研究

2．課題番号 20K15151

3．研究課題名 ガラスドーム構造の簡便なエコ熱膨張製法の開発

4．補助事業期間 令和２年度～令和３年度

5．研究実績の概要

これまでの研究では、ガラス基板上に浅い微小なくぼみを形成する、カバーガラスを重ねて仮接合し閉じた微細空洞を作る、吹きガラスの原理を利用して、周囲を真空引きしながら加熱することで空洞中の空気を膨張させる、ゆっくり冷却するという手順により、設計した寸法通りにガラス微小ドーム構造を形成できることを実証した。

さらに、研究計画に記載された事項に関して、具体的に下記のような進捗を得ている。

1．加工条件によるガラスドーム構造形状変化を調査し、各パラメータと形状変化の関係性を明らかにした（学会論文業績1、学術論文業績6）。

2．加工プロセスの順番がガラスドーム構造形成に与える影響を明らかにした（学会論文業績1、学術論文業績6）。加熱温度・徐冷プロセスの時間分配などを明らかにした。

3．薄板板ガラスとドーム構造の応用開拓も行った。例えば、厚さ100マイクロメートル（ μm 、 $1\mu\text{m}$ は1,000分の1mm）～250 μm のガラス板を用いて、直径30 μm ～1mmのさまざまな種類の微小ドーム構造を作製し、そのまま使えば凹レンズ（縮小レンズ）、充填液を導入すれば凸レンズ（拡大レンズ）の機能を持つことを示した。また、高温条件下や酸・有機溶媒中でもレンズ機能は失われず、ガラスの性質が保たれることを確認した。さらに、ドーム構造に生体試料を導入し、試料の360度全方位の観察に成功した(学術論文業績6)。

4．さらに、よりアスペクト比が高いと壁の肉厚が薄いガラスドーム構造を実現するために、より薄い板ガラスを使用する必要がある。しかし、研磨を始めとする既存手法では、十数マイクロの板ガラスの作製は長時間を要する以上、ハンドリングなど困難である。そこで、本項目では、片方が固定された厚い板ガラスに熱と重りを加え、もう片方をゆっくり延ばして数マイクロまで薄い板ガラスの作製に成功した(学術論文業績5)。

6．キーワード

ガラスドーム構造 微細加工 立体加工

7．現在までの進捗状況

区分 （2）おおむね順調に進展している。

理由
コロナの影響により、石英ガラスドーム構造形成のための高温ガス雰囲気電気炉の納品が大幅に遅れていたため、一部の実験が実施できなかった。代わりに、低温炉で実行可能な実験と調査を行った。

2 版

8. 今後の研究の推進方策

計画通り、高温ガス雰囲気電気炉を用いて下記の研究事項を行う。

1. ガラス材料物性の選定によるドーム構造の特性への影響を明らかにする。

使用される応用により、様々なガラス材料または違う厚みが採用されると想定できる。この場合、ガラス材料の厚み、材料（石英ガラス）もドーム構造の形成特性、化学と物理特性に影響するため、複数条件の組み合わせでのドーム構造形成実験を行い、その違いを定量化し、関係性を明らかにする。

2. チャンバー形状によるガラスドーム構造の形状制御の可能性を調査する。

チャンバーの深さ、形状により、ドーム構造の高さ、形成形状の制御も可能だと思われる。

3. 企業と一緒に量産の可能性を検討する。

9. 次年度使用が生じた理由と使用計画

1. 2020年のコロナの影響で購入したい装置の製造と発送が大幅に遅れて、納品が翌年度になったため、次年度使用額が生じる。

2. コロナの影響で国際学会が中止され、旅費は使用できなくなった。次年度の学会に参加するため、次年度使用額が生じる。

3. コロナの影響で、アルバイトの雇用または実験など業務の実行が困難になり、計画していた実験の実施は来年度に実施することにしたため、次年度使用額が生じる。

10. 研究発表（令和2年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Tang Tao, Yuan Yapeng, Yaliku Xaxiaer, Hosokawa Yoichiroh, Li Ming, Tanaka Yo	4. 巻 339
2. 論文標題 Glass based micro total analysis systems: Materials, fabrication methods, and applications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sensors and Actuators B: Chemical	6. 最初と最後の頁 129859 ~ 129859
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.snb.2021.129859	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Tang Tao, Hosokawa Yoichiroh, Hayakawa Takeshi, Tanaka Yo, Li Weihua, Li Ming, Yaliku Xaxiaer	4. 巻 6
2. 論文標題 Rotation of Biological Cells: Fundamentals and Applications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Engineering	6. 最初と最後の頁 1-28
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.eng.2020.07.031	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Zhang Tianlong, Namoto Misuzu, Okano Kazunori, Akita Eri, Teranishi Norihiro, Tang Tao, Anggraini Dian, Hao Yansheng, Tanaka Yo, Inglis David, Yalikul Yaxiaer, Li Ming, Hosokawa Yoichiroh	4. 巻 11
2. 論文標題 Hydrodynamic particle focusing enhanced by femtosecond laser deep grooving at low Reynolds numbers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1652 ~ 1652
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-81190-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hao Yansheng, Cheng Shaokoon, Tanaka Yo, Hosokawa Yoichiroh, Yalikul Yaxiaer, Li Ming	4. 巻 45
2. 論文標題 Mechanical properties of single cells: Measurement methods and applications	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biotechnology Advances	6. 最初と最後の頁 107648 ~ 107648
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.biotechadv.2020.107648	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yuan Yapeng, Yalikul Yaxiaer, Amaya Satoshi, Aishan Yusufu, Shen Yigang, Tanaka Yo	4. 巻 321
2. 論文標題 Fabrication of ultra-thin glass sheet by weight-controlled load-assisted precise thermal stretching	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sensors and Actuators A: Physical	6. 最初と最後の頁 112604 ~ 112604
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sna.2021.112604	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Aishan Yusufu, Yalikul Yaxiaer, Funano Shun-ichi, Shen Yigang, Tanaka Yo	4. 巻 13
2. 論文標題 Accurate rotation of ultra-thin glass chamber for single-cell multidirectional observation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 026502 ~ 026502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1882-0786/ab626d	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

2 版

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 Yusufu Aishan, Yaxiaer Yalikun, Yo Tanaka
2. 発表標題 Development of thin glass-based biconvex microlens via thermal expansion
3. 学会等名 Proceeding of 16th IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered & Molecular Systems (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yigang Shen, Yaxiaer Yalikun, Yo Tanaka
2. 発表標題 A contactless switch for cell sorting by area cooling
3. 学会等名 Proceeding of 16th IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered & Molecular Systems (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Dian Anggraini, Kazunori Okano, Yo Tanaka, Sohei Yamada, Yaxiaer Yalikun, Yoichiroh Hosokawa
2. 発表標題 In situ guided neurite outgrowth by femtosecond laser processing in a microfluidic device
3. 学会等名 Proceeding of IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tao Tang, Yansheng Hao, Yo Tanaka, Yoichiroh Hosokawa, Yaxiaer Yalikun
2. 発表標題 Femtosecond laser-induced response wave measuring method for single cell characterization
3. 学会等名 Proceeding of IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yigang Shen, Yaxiaer Yalikun, Yusufu Aishan, Yo Tanaka
2. 発表標題 Thermal manipulation for a single cell utilizing area cooling
3. 学会等名 Proceeding of Micro Total Analysis Systems 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tianlong Zhang, Yaxiaer Yalikun, Misuzu Namoto, Kazunori Okano, Yo Tanaka, Ming Li, Yoichiro Hosokawa
2. 発表標題 Focusing of microparticles at low Reynolds numbers
3. 学会等名 Proceeding of Micro Total Analysis Systems 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tao Tang, Yigang Shen, Yo Tanaka, Ming Huang, Yoichiro Hosokawa, Ming Li, Yaxiaer Yalikun
2. 発表標題 On-chip integration of ultra-thin glass cantilever for physical property measurement activated by femtosecond laser impulse
3. 学会等名 Proceeding of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Dian Anggraini, Nobutoshi Ota, Yigang Shen, Yo Tanaka, Yoichiro Hosokawa, Ming Li, Yaxiaer Yalikun	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer, Singapore	5. 総ページ数 1200
3. 書名 Handbook of Single Cell Technologies	

2 版

1 1 . 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 ガラスシートの製造方法、ガラスシート、デバイス、及びガラスシートの製造装置	発明者 田中陽, ヤリクン ヤ シャイラ, など	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2020-182007	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

1 2 . 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1 3 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
オーストラリア	Macquarie University	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

1 4 . 備考

代表者のホームページ
<https://researchmap.jp/yaxiaer>