

# プリントやフォトリソグラフィーを用いない シールド微細孔付きガラス基板 (TGV) 作製方法

Printing and Photolithography-free fabrication method of a sealed TGV

沖縄科学技術大学院大学 数理力学と材料科学ユニット  
Mathematics, Mechanics, and Materials Unit

ポスドク研究員      ストフル・ヤンセンス  
Postdoctoral Scholar      Stoffel Janssens



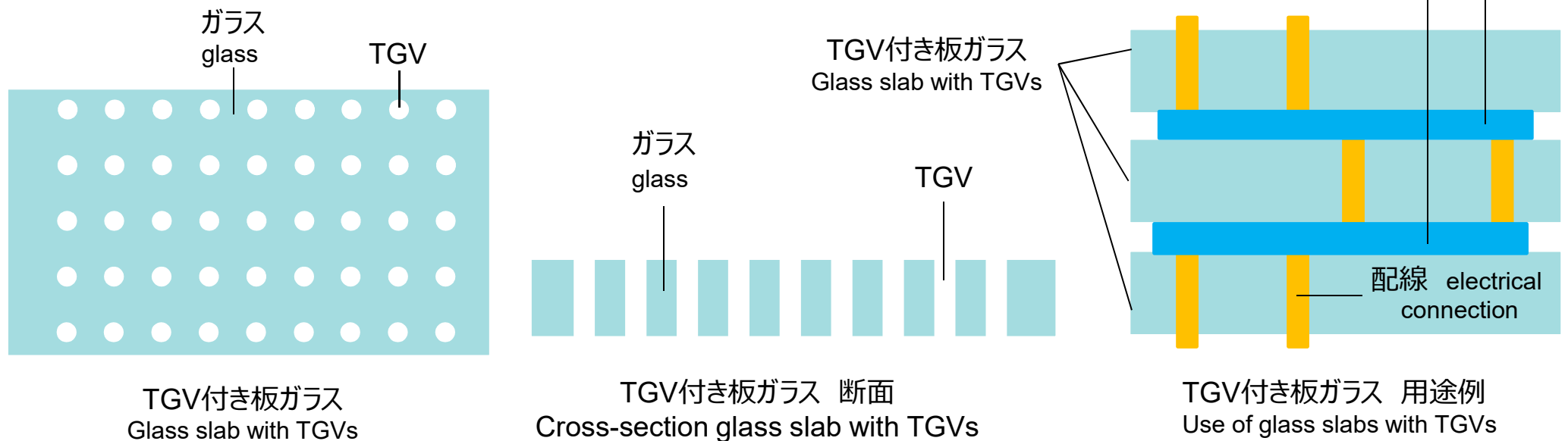
# 背景：TGVとは

Background: About TGV

TGV (Through **G**lass **V**ias) = 貫通穴を開けた板ガラス

- ・マイクロデバイス製造に使用
- ・ガラスメーカー各社が製造販売

Thin glass plates with through holes, named **Through Glass Vias (TGVs)**, are recently available from glass manufacturers and are intended for microdevice fabrication.

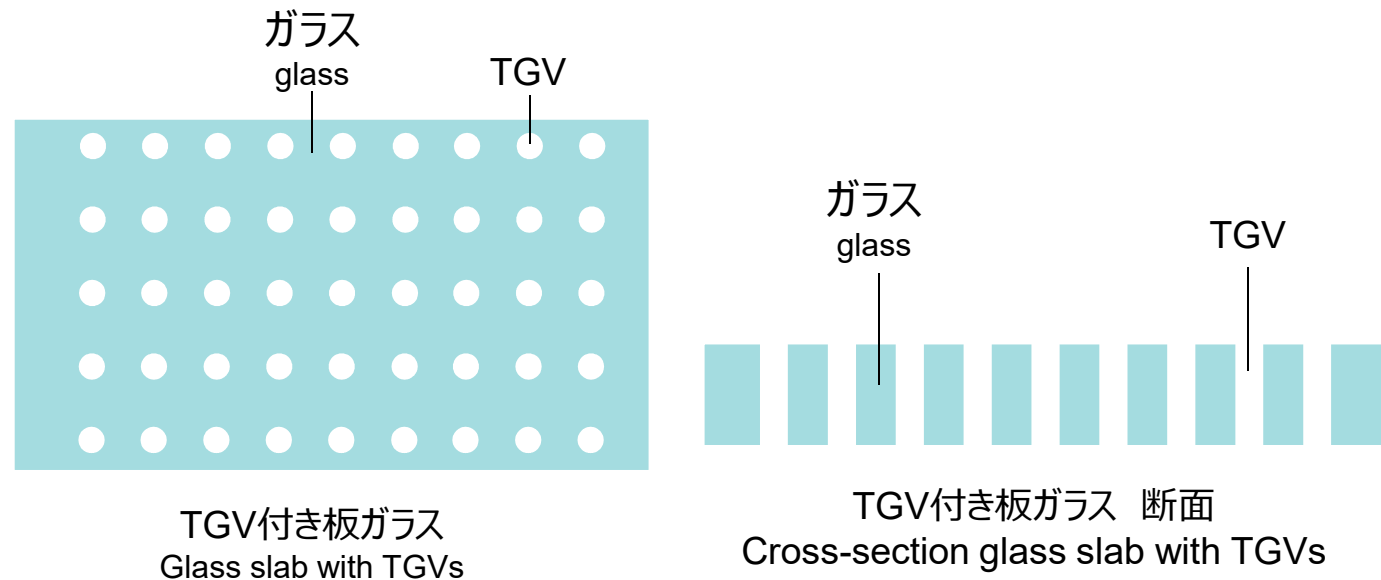


# TGV従来技術とその問題点

Existing TGV technology and its problem

既存のTGV製造技術では、TGV基板への膜付けが技術的に難しい

With current technology, only glass slabs with **unsealed TGVs** are available.



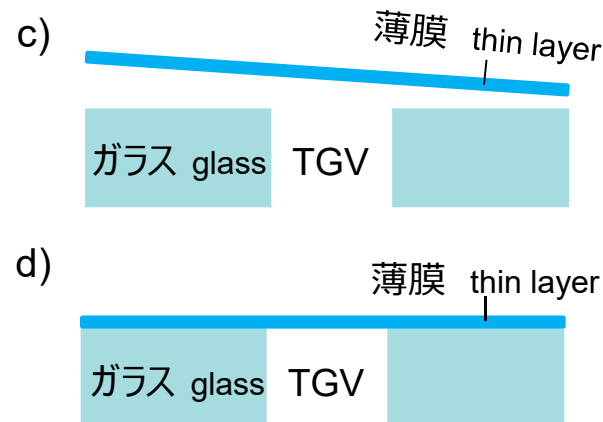
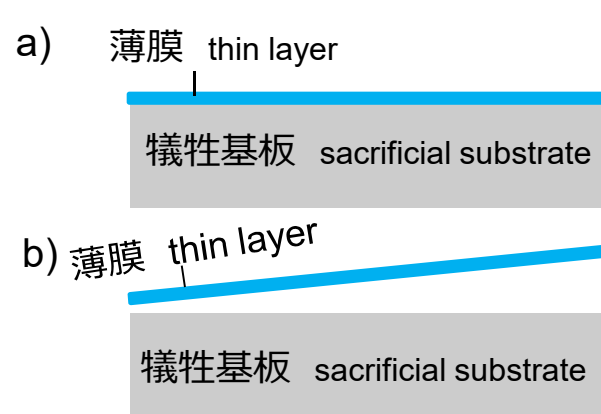
シールドTGV（片側が塞がったTGV）を必要とする用途向けには、**転写**工程が必要

Then, **transfer printing** needs to be developed for certain applications that benefit from **sealed TGVs**.

# TGV従来技術とその問題点

Existing TGV technology and its problem

## 転写 Transfer printing



- 薄膜付きガラス基板  
Substrate with thin layer.
- 薄膜をガラス基板から除去  
Removal of thin layer from substrate.
- TGV形成後、膜付け  
Transferring the layer over a TGV.
- シールドTGV  
TGV sealed with a suspended portion of the layer.

## 転写技術の問題点

- 犠牲基板
- 多くの製造工程が必要
- 転写後、基板と薄膜の接着が必要

Transfer printing problems:

- sacrificial substrate
- many process steps
- bond between the substrate and the thin film should be made after printing.

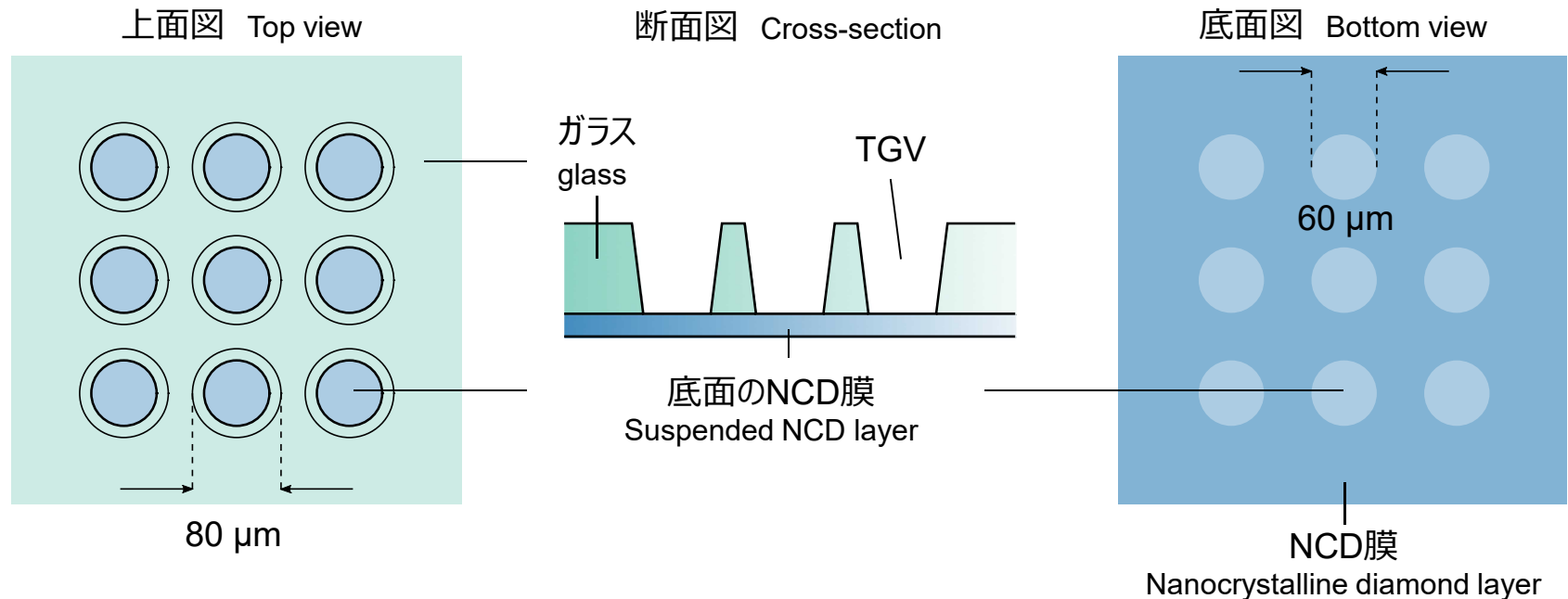
# 新技術の特徴

Our technology

## シールドTGV製造方法

- ・転写やフォトリソグラフィー不要
- ・ナノ結晶ダイヤモンド（NCD）を底面の膜付け

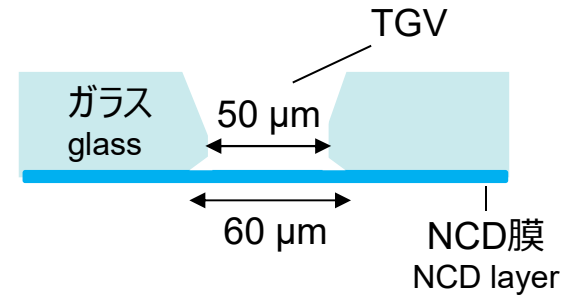
We developed a technology **free from transfer printing** and **photolithography** to fabricate TGVs that are sealed with suspended portions of a nanocrystalline diamond (NCD) layer.



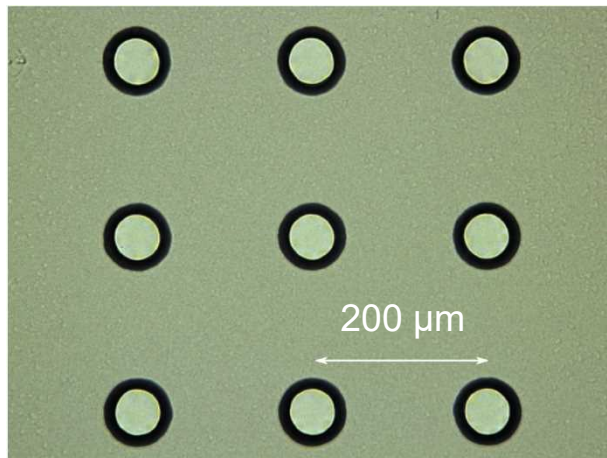
# 新技術の特徴

Our technology

## ナノ結晶ダイヤモンドーガラス基板 Nanocrystalline diamond-glass platform

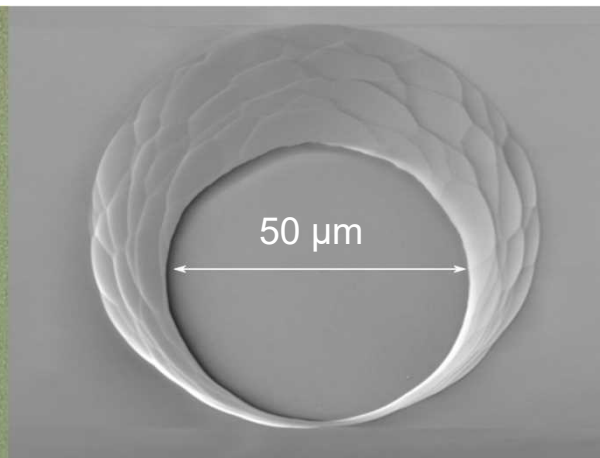


上面図 Top view



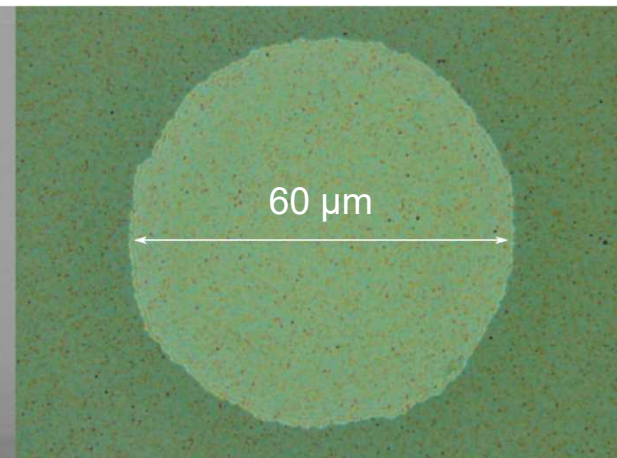
光学顕微鏡の画像  
optical microscope image

鳥瞰図 Bird's-eye view



走査型電子顕微鏡の画像  
scanning electron microscope image

底面図 Bottom view



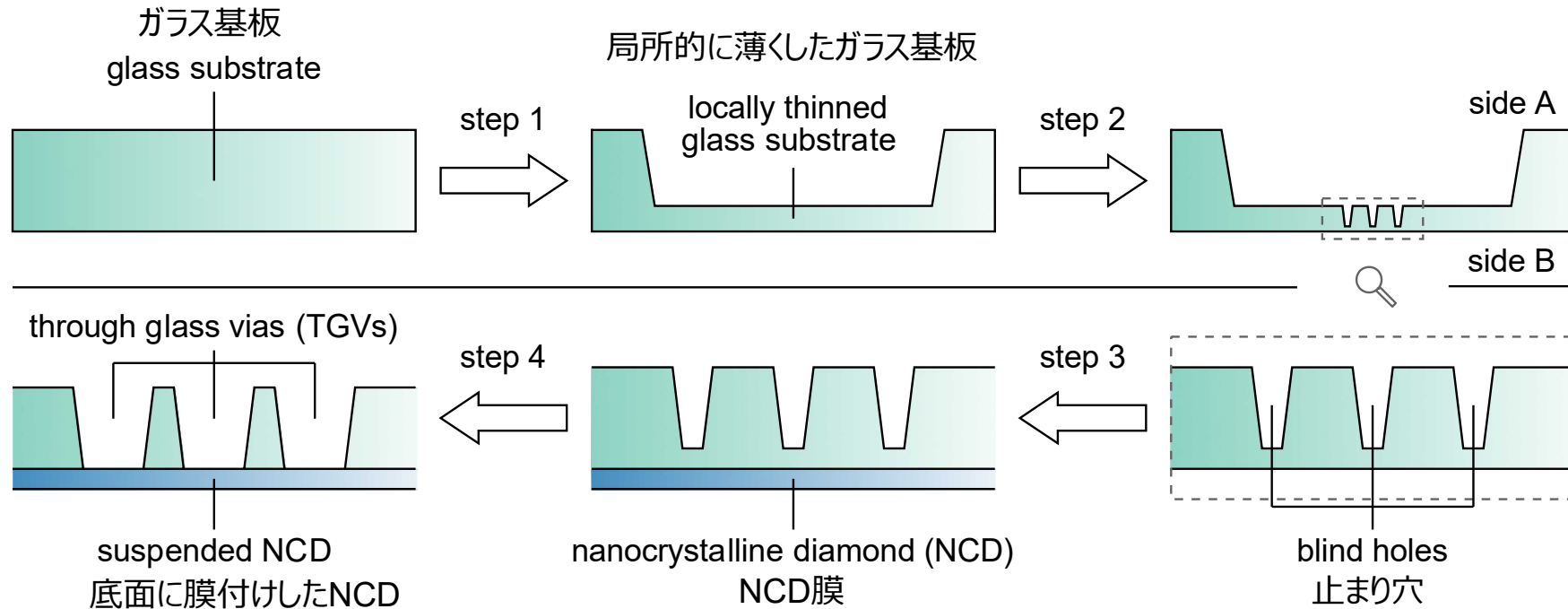
光学顕微鏡の画像  
optical microscope image

# 新技術の工程

Process of our technology

## シールドTGV製造工程

Our Technology



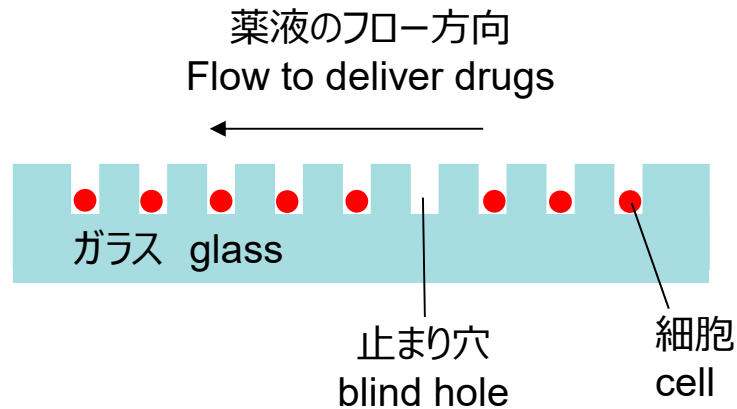
1. ガラスのウェットエッチング（フッ化水素酸） → 確立済み
2. 止まり穴の形成（レーザー照射） → 最近確立済み
3. 化学蒸着によるNCD膜の成膜 → 確立済みで低コスト
4. ガラスのウェットエッチング（フッ化水素酸） → 確立済み

Wet etching of glass (hydrofluoric acid) → well established  
 Formation of blind holes (laser ablation) → well established  
 Growth of NCD with CVD → well established, low cost  
 Wet etching of glass (hydrofluoric acid) → well established

# 従来技術とその問題点

Existing technology and its problem

## 1. 単一細胞培養 Single Cell Culture



### 問題点

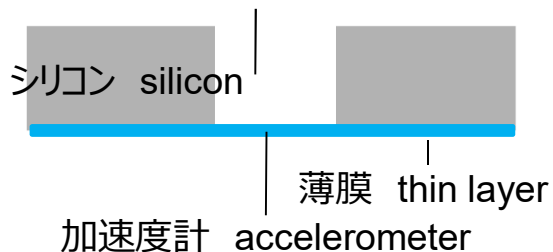
- 細胞は液体のフローを嫌う

### Problem

Cells do not like fluid flows

## 1. シリコン基板デバイス Silicon-substrate devices

シリコンの貫通穴 through silicon via



### シリコンの問題点

- 高価
- 熱膨張係数が調整不可
- 他部材との熱不整合
- 不透明

### Problems with silicon

Expensive  
Coefficient of thermal expansion (CTE) that cannot be tuned  
Thermal mismatch with other materials  
Optically not transparent



# 新技術の特徴・従来技術との比較

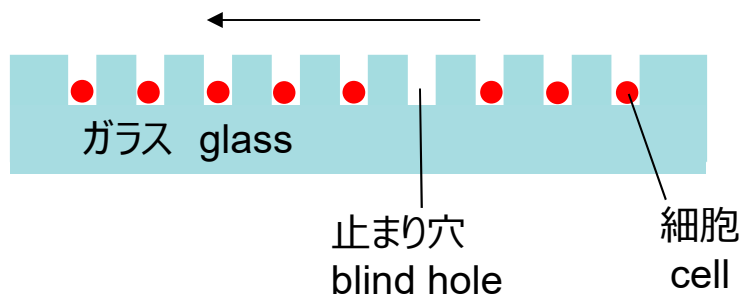
Key aspects of your technology and comparison with the existing technology

## 既存の用途と技術的課題 Existing Applications and problems

### 1. 単一細胞培養 Single Cell Culture

薬液のフロー方向

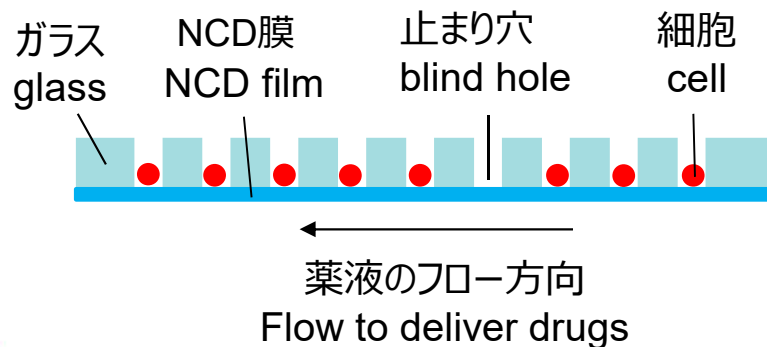
Flow to deliver drugs



#### 問題点

- 細胞は液体のフローを嫌う Cells do not like fluid flows

#### Problem



#### 本技術による解決方法

- 多孔質NCD膜  
→ 開発予定
- 微細孔から薬液供給
- 細胞がフローを感じない

#### Solution with OIST technology

Porous NCD film

Needs to be developed

Drugs reaches the cells through the pores

Cells do not feel the flow

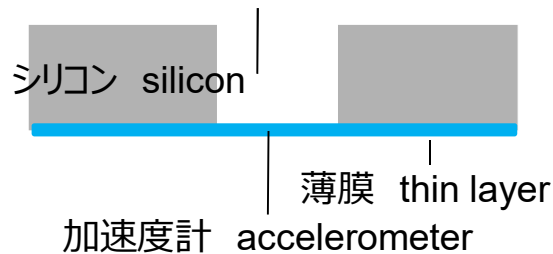
# 新技術の特徴・従来技術との比較

Key aspects of your technology and comparison with the existing technology

## 既存の用途と技術的課題 Existing Applications and problems

### 2. シリコン基板デバイス Silicon-substrate devices

シリコンの貫通穴 through silicon via

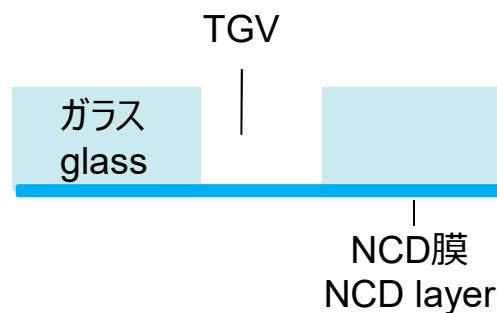


### シリコンの問題点

- 高価
- 熱膨張係数が調整不可  
→ 他部材との熱不整合
- 不透明

### Problems with silicon

Expensive  
Coefficient of thermal expansion (CTE) that cannot be tuned  
Thermal mismatch with other materials  
Optically not transparent



### 本技術による解決方法

- 安価なプラットフォーム
- 熱膨張係数を調整可  
→ 他部材との熱不整合性が小さい
- ガラス、NCD膜は透明

### Solution with OIST technology

Platform is inexpensive  
Coefficient of thermal expansion of glass can be tuned  
Low thermal mismatch with other materials  
Glass and NCD film are optically transparent

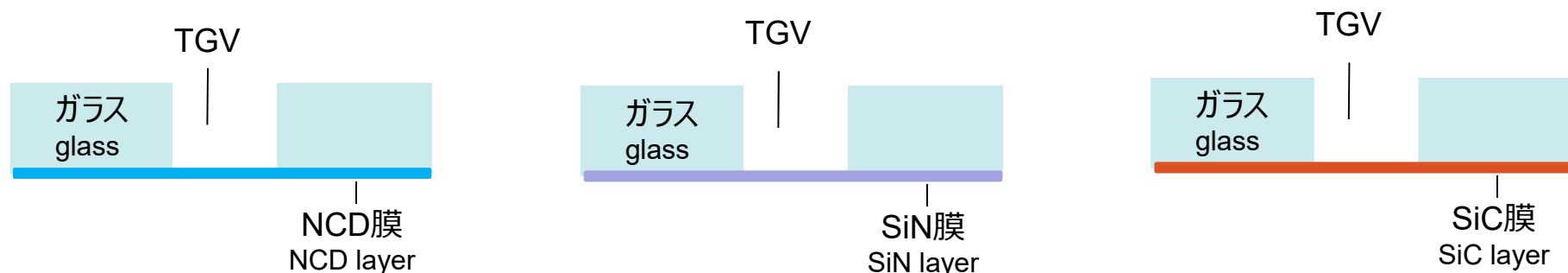
# 新技術の特徴

Key aspects of your technology

## NCD膜のガラス基板と本技術のメリット

Additional key aspects of the NCD-glass platform and our technology

- NCD膜のガラス基板：高い生体適合性と化学的不活性  
NCD-glass platform: high biological and chemical inertness
- NCD膜のガラス基板：高温での利用可（480°C）  
NCD-glass platform: high temperatures feasible (480 °C)
- 本技術の応用：SiN、SiC薄膜への応用  
Technology: expected to be extendable to SiN and SiC thin layers

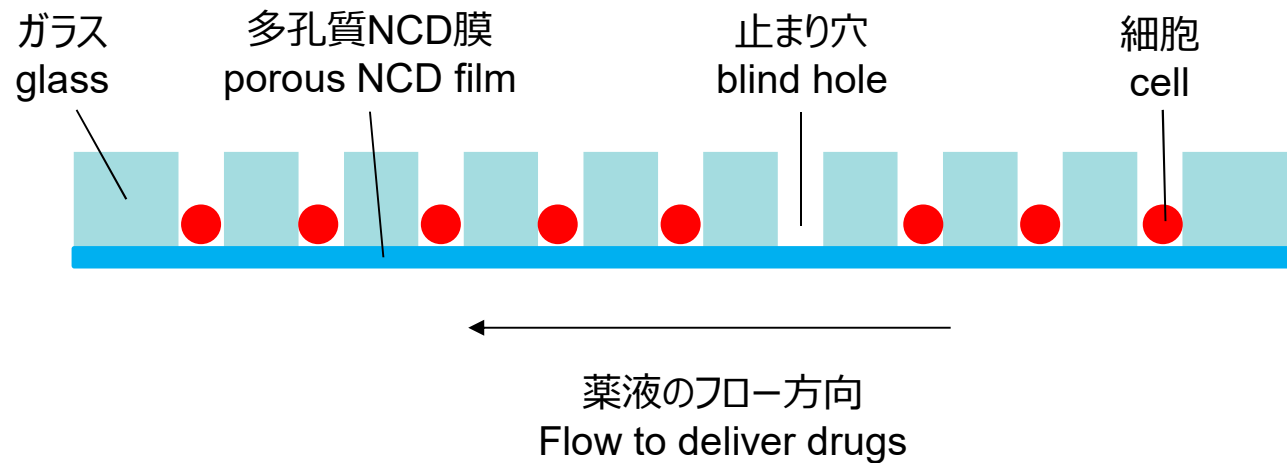


# 想定される用途

Expected application

## 例 1 : 単一細胞培養

Example 1: Single Cell Culture

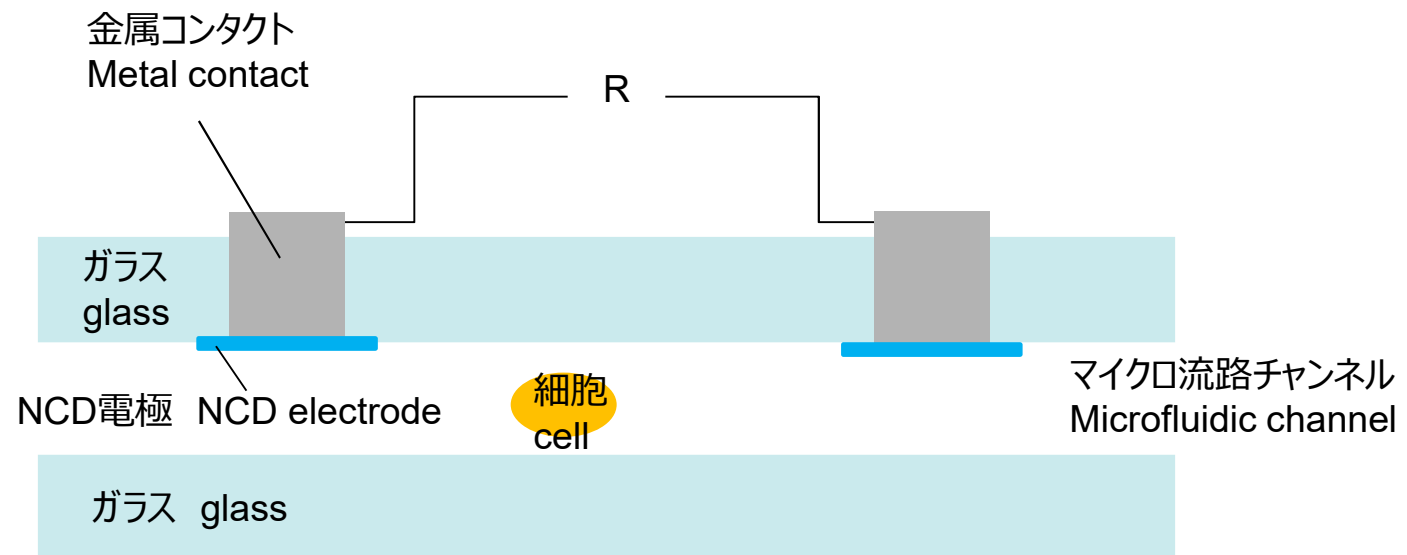


# 想定される用途

Expected application

## 例 2 : ホウ素ドーパのNCD電極

Example 2: Boron-doped NCD electrodes



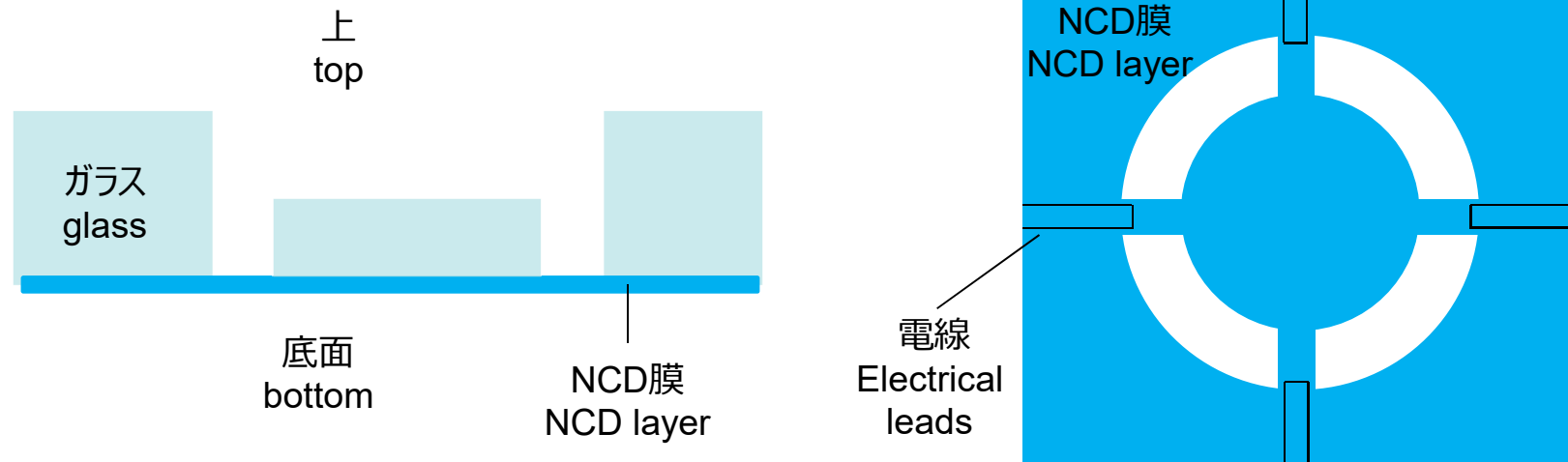
マイクロ流路チャンネルの中の細胞等の微小な物体をNCD電極で電氣的に検知  
NCD electrodes for electrical detection of microscopic objects, like cells, in microfluidic channels

# 想定される用途

Expected application

## 例 3 : ガラス基板デバイス

Example 3: Glass-based devices



NCDガラス基板の加速計 断面（左）、底面（右）

Cross-section (left) and bottom view (right) of an NCD-glass accelerometer

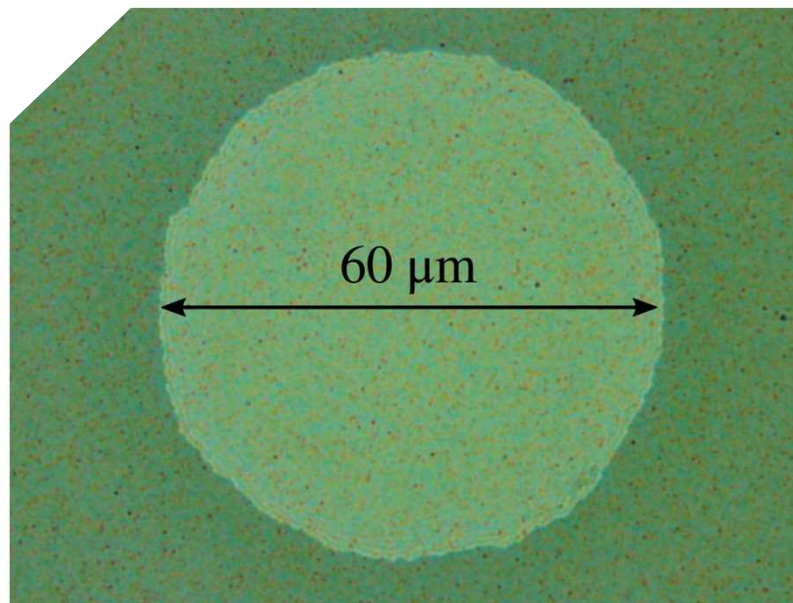
# 実用化に向けた課題

Challenges for commercialization

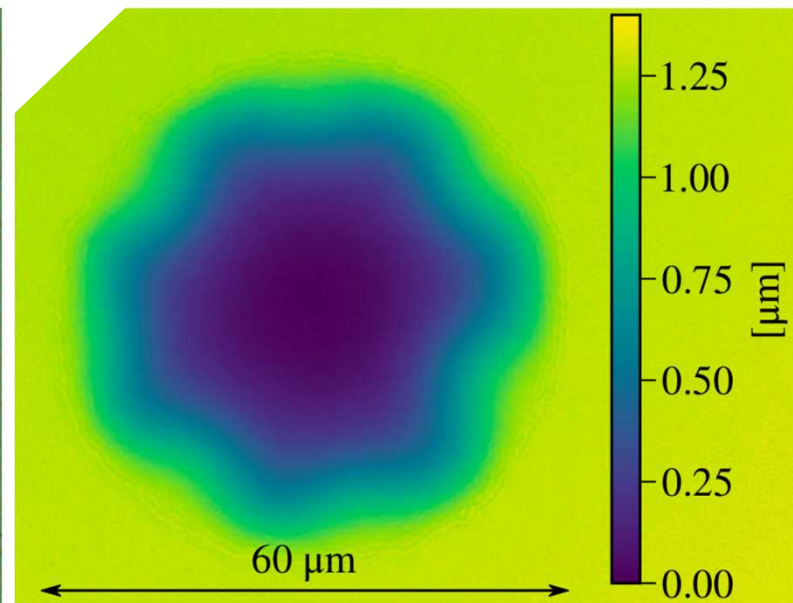
ガラスとNCDの間の熱不整合により、NCD膜に**圧縮応力**あり。

## MEMS製造の課題

**Compressive stress** is present in the NCD films due to a thermal mismatch between glass and NCD. For the fabrication of MEMS, this might be problematic.



NCD膜のTGV密閉部分  
NCD film with suspended portion



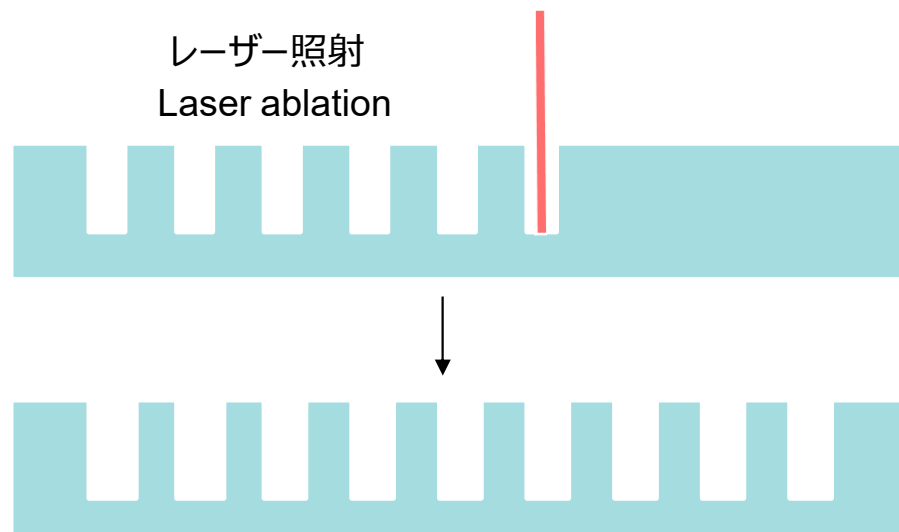
NCD膜のTGV密閉部分の厚み  
Height profile of NCD film with suspended portion

# 実用化に向けた課題

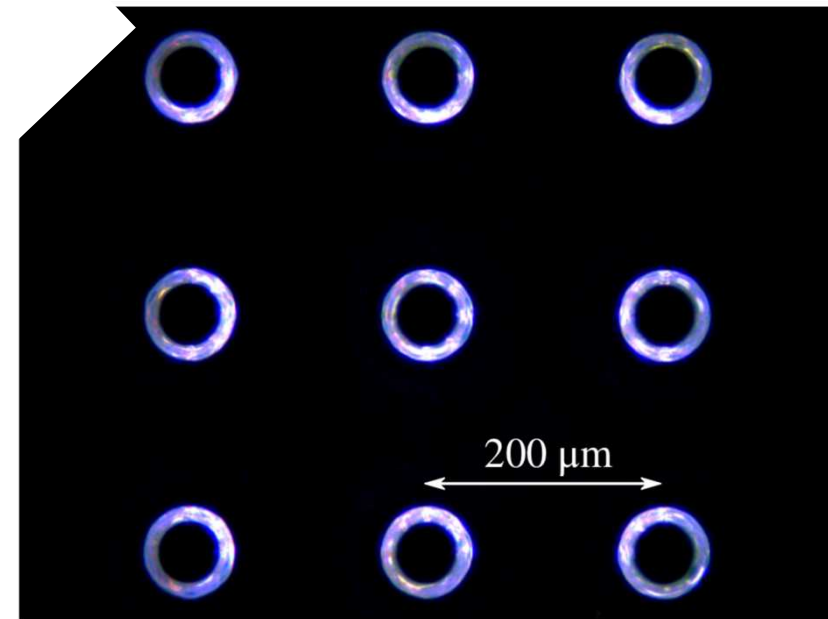
Challenges for commercialization

**TGV壁の表面粗さを減らし、透明度を更に上げるため、レーザー照射ではなくガラス活性工程がベター**

We are currently using a laser ablation procedure that induces **surface roughness of the TGV walls**. Optimizing this process might reduce light scattering.



レーザー照射工程  
Laser ablation process.



暗視野顕微鏡画像：TGV壁が光を散乱  
Dark-field microscope image, the walls of the TGVs scatter light.

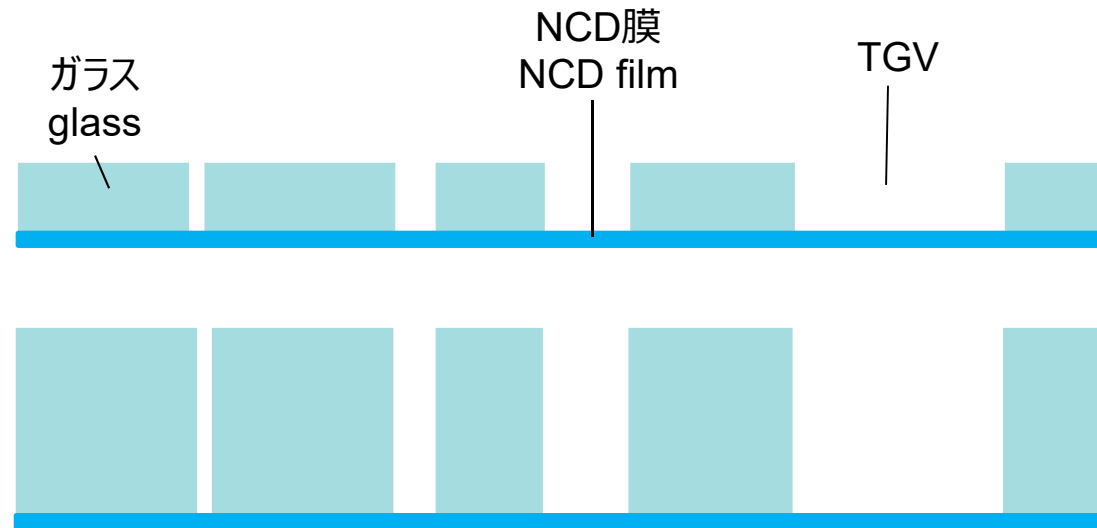


# 実用化に向けて

Further development for commercialization

## 様々な厚みのガラス基板で、直径10~100 $\mu\text{m}$ のTGV製作

More development towards fabricating TGVs of diameter ranging from 10 to 100  $\mu\text{m}$  in glass slabs of varying thickness might be appreciable towards commercialization.



# 企業への期待

Potential ways for technology transfer

- 特許ライセンス  
Licensing
- 共同研究： 特定の用途向けに共同開発  
Collaborations for specific applications

# 産学連携の経歴

Industry collaboration experience

2010年-2011年 IMEC（マイクロエレクトロニクス先端研究所、ベルギー）の  
ダイヤモンド成膜に関するコンサル経験

Consultant for IMEC as diamond growth expert (Leuven, Belgium).

# 特許

## Patent

- 発明の名称 : ナノ結晶ダイヤモンドガラスプラットフォームと製造方法  
原題「Nanocrystalline Diamond-Glass Platform and Method of Manufacture」
- 出願番号 : 米国仮出願 62/839,768
- 出願人 : 沖縄科学技術大学院大学 (単独)
- 発明者 : ストフル・ヤンセンス Stoffel Janssens (ポスドク研究員)  
エリオット・フリード Eliot Fried (教授)  
ダビッド・バスケスコルテス David Vázquez-Cortés (技術員)  
アレサンドロ・ジュサーニ Alessandro Giussani (ポスドク研究員)

# お問い合わせ先

Contact

沖縄科学技術大学院大学 (OIST)  
技術移転セクション

TEL : 098-966-8937

FAX : 098-982-3424

E-mail : [tls@oist.jp](mailto:tls@oist.jp)



OIST

OKINAWA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY GRADUATE UNIVERSITY  
沖縄科学技術大学院大学