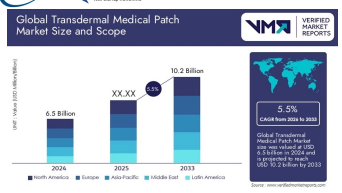
SATテクノロジー・ショーケース2026 令和8年1月22日（木）

超微細マイクロニードルの成形技術開発と社会実装に向けた応用・実用化展開

○安藤 麻乃[1], 杉野 直人[2], 栗原 一真[3], 桑野 玄気[3], 穂苅 遼平[3], 辻岡 一眞[3], 横山 義之[4], 竹井 敏[1]
（1 富山県立大学、2 三光合成株式会社、3 産業技術総合研究所、4 富山県産業技術開発センター）

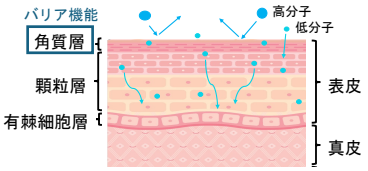
背景・課題



【経皮医療パッチ市場】

非侵襲的な経皮送達システムの需要↑

- 高齢化人口の増加により扱いやすい薬物送達システムの需要が増加
- 注射など痛みを伴う投与の代替需要の増加

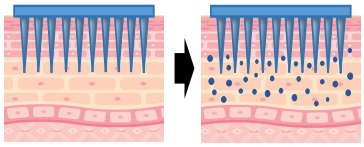


角質層バリアは機能成分などの高分子量物質の経皮送達は困難

マイクロニードル

- 角質層バリア機能を物理的に回避
- 非侵襲的な送達プラットフォーム

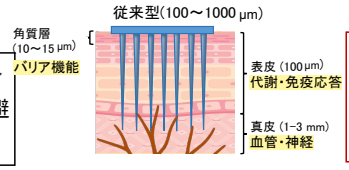
【溶解型マイクロニードル】



【SNSやGoogleアンケートを活用して市場のニーズを調査】

- 天然由来で肌に優しい成分への関心↑
- 美容分野では成分の安全性を重視

保湿や皮膚再生などの特性を持つヒアルロン酸に選定



針長設計における本質的課題

- ✕送達経路・初期到達深度は針長に強く依存する
- ✕異なる針長を有するマイクロニードルに対して、共通して適用可能な材料設計指針は未確立

研究目的

【ハイブリッド型マイクロニードルシステムのための設計指針の確立】

- 分子量の異なる3種類のヒアルロン酸による材料設計

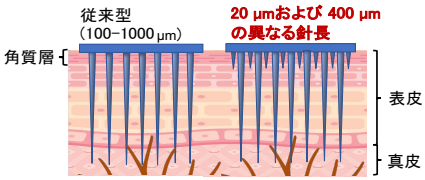
Mw 2-3万 → Mw 2-3万+5000 (2:1) → Mw 2-3万+5000 (3:1) ➡

- 溶解性挙動
- 機械的特性

- Mano Ando. et al, Macromol, August 5, 2024, 4, 3, 544-555.
- Mano Ando. et al, Coatings, December 20, 2025, 16(1), 10.

- Pitch の異なるマイクロニードルの機械的強度評価

異なる針長に共通して適用可能な設計指針の構築



20 μmマイクロニードル（pitch 10 μm）

物理的刺激を介したバリア機能の緩和、機能性成分の送達や作用発現

400 μmマイクロニードル

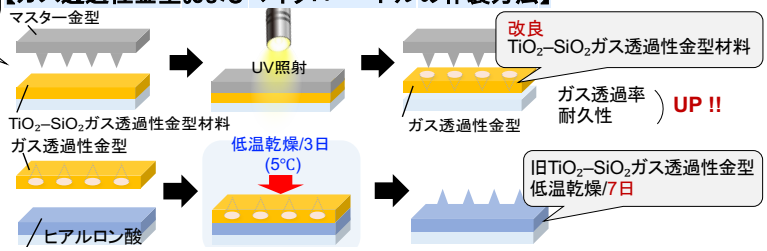
皮膚のより深部に到達し機能性成分の送達や作用発現

方法

【400 μmマイクロニードルマスター金型の設計】 超異分野 機械切削加工

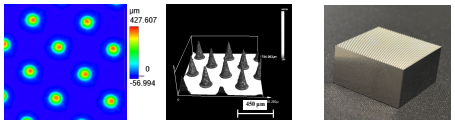
加工装置：立形マシニングセンタ(YMC430)
加工器具：超硬エンドミル(SHPR400)
金型素材：プリハードン鋼フリープレート (STAVAX-H)

【ガス透過性金型およびマイクロニードルの作製方法】



結果

【400 μmマイクロニードルマスター金型の作製結果】

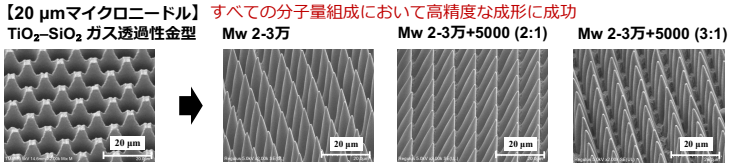


- 針高さ：平均416 μm（設計値 400 μm）
- ピッチ：平均567 μm（設計値 560 μm）
- 円錐形状が均一に形成、顕著な欠損なし

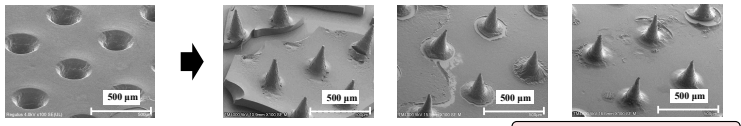
CAD設計に基づく機械加工により、高精度なマスター金型作製を実現

【分子量組成の異なるマイクロニードルの成形性評価】

【20 μmマイクロニードル】 すべての分子量組成において高精度な成形に成功



【400 μmマイクロニードル】 すべての分子量組成において高精度な成形に成功



TiO_2–SiO_2ガス透過性金型の利点

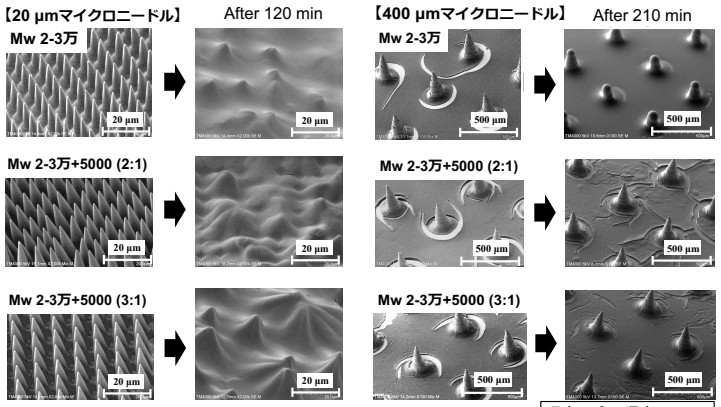
- 成形時に金型内部に発生した空気や水蒸気が効率的に排出
- 材料が針先端部まで均一に充填

低温成形の利点

- 水が気体に変化する際の体積膨張を抑制
- 金型内の圧力を抑制し、形状不良やひび割れの発生を制御

発明者として特許出願済み

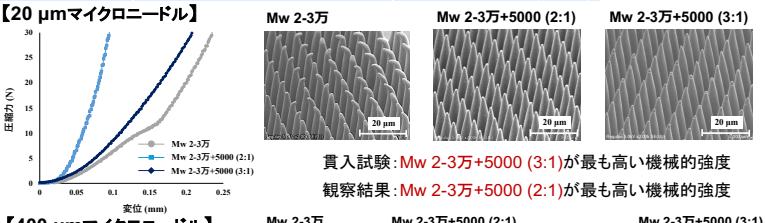
【分子量組成の異なるマイクロニードルの溶解挙動評価】針長・分子量組成



温度：32℃、湿度：70±5%

【分子量組成の異なるマイクロニードルの機械的強度評価】分子量組成

【20 μmマイクロニードル】

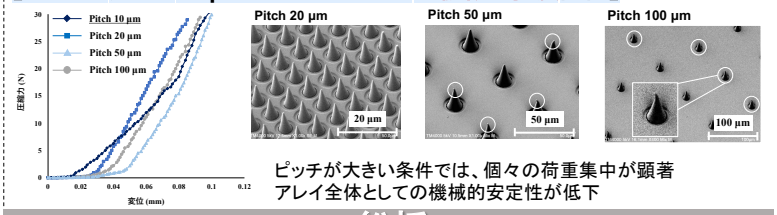


貫入試験：Mw 2-3万+5000 (3:1)が最も高い機械的強度
観察結果：Mw 2-3万+5000 (2:1)が最も高い機械的強度

【400 μmマイクロニードル】

貫入試験：Mw 2-3万+5000 (3:1)が最も高い機械的強度
観察結果：Mw 2-3万+5000 (2:1)が最も高い機械的強度

【ピッチの異なる20 μmマイクロニードルの機械的強度評価】構造設計



ピッチが大きい条件では、個々の荷重集中が顕著
アレイ全体としての機械的安定性が低下

総括

【ハイブリッド型マイクロニードルシステムに必要な3要素】

① 分子量組成：材料特性の制御因子
② 針長：機能発現時間の分担
③ ピッチを含む構造設計：アレイ構造としての力学応答

【今後の展望】

- 生物学的評価
  - 皮膚浸透試験：人皮膚や動物皮膚で溶解挙動・成分浸透を評価
  - 炎症応答評価：適用後の皮膚炎症反応を調査し安全性を確認
- 多分野への超微細マイクロニードルの応用
- 異分野との連携によりマイクロニードルの社会実装を加速