

マイクロディンプルに
ついて教えてください

マイクロディンプルについて教えてください

摩擦低減や焼付き防止の効果を期待して金属表面にディンプルを生成させる検討が過去様々実施されてきた。代表的なものとして最初はレーザーでディンプルを1点ずつあけて効果を確認したが、摩擦がかえって上がったり焼き付きが早く発生したりした。この原因はレーザー加工すると穴の周りに溶融した金属が盛り上がり、これが原因で性能を悪化させた。

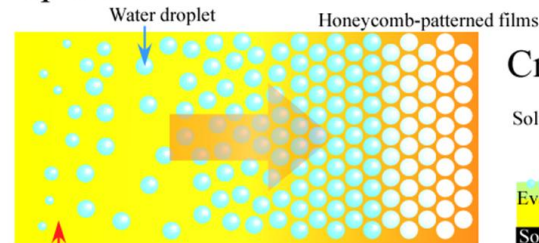
そこで、この盛り上がりが発生しない加工方法を探した結果、添付にあるハニカム状多孔膜をマスキングとして利用し、エッチング処理でマイクロディンプルを生成させる手法を開発した。摩擦試験をした結果、焼付き性能が向上した。

尚、この研究は以下の記事でバイオミメティックス関連技術として取り上げられた。

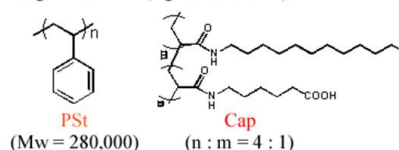
Formation Mechanism of Honeycomb-Patterned Structures

A Micro-porous polymer film can be prepared by casting a polymer solution on a solid substrate by using water droplet array as template.

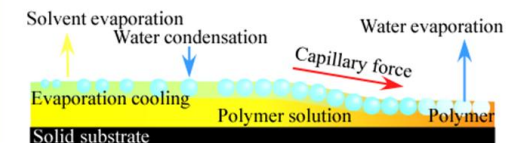
Top view



Hydrophobic polymer (e.g. Polystyrene, PSt)
Surfactant (e.g. Amphiphilic copolymer, Cap)
Organic solvent (e.g. Chloroform)

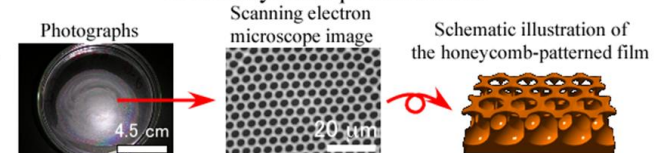


Cross-sectional image



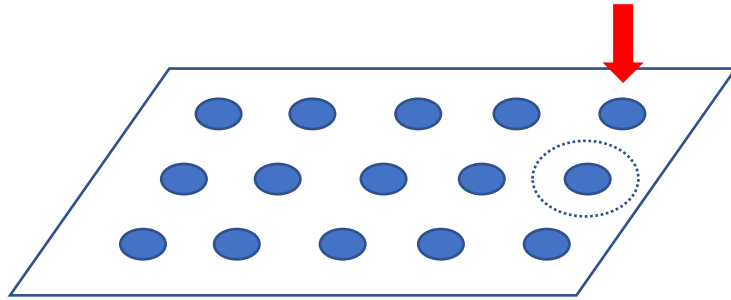
N. Manyama, O. Karthaus, K. Ijro, M. Shimomura et.al Supramolecular science 5 (3-4), 331-336(1998)

The honeycomb-patterned film



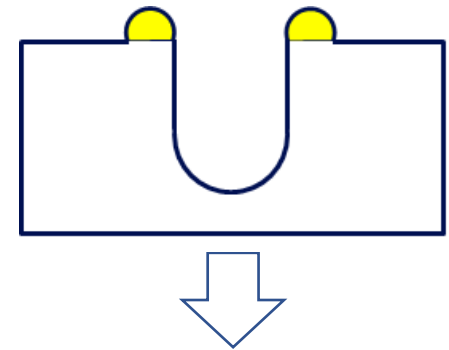
摩擦制御可能なトライボ設計を模索

2010年代、摩擦低減手段の一つとしてレーザーを使ってディンプルを表面に付与する研究開発が盛んにされていた。



レーザーで多数加工するのに
時間がかかりすぎる

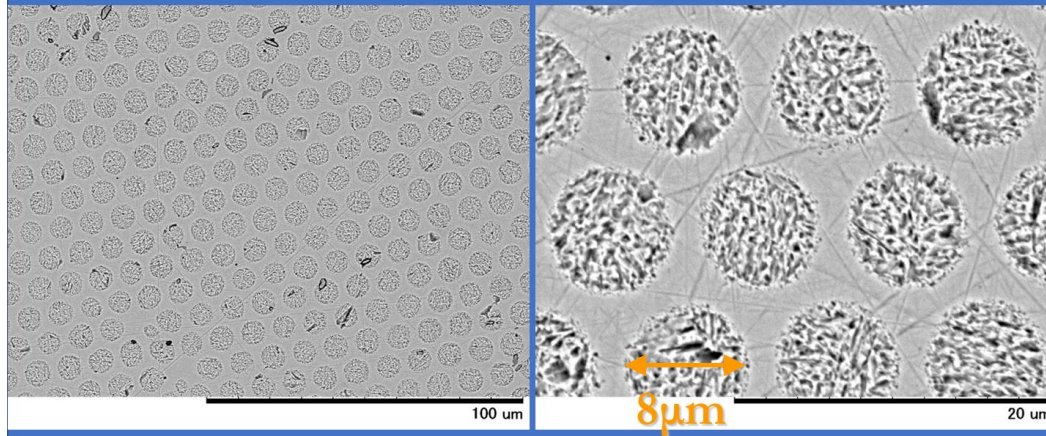
加工孔部に肉盛りができる



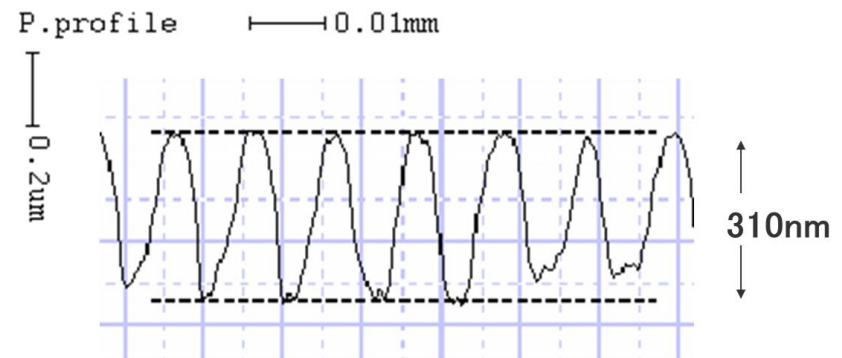
加工後研磨が必要

上記の課題を解決する手段を調査

代表的なサンプルのSEM像



マイクロディンプル断面

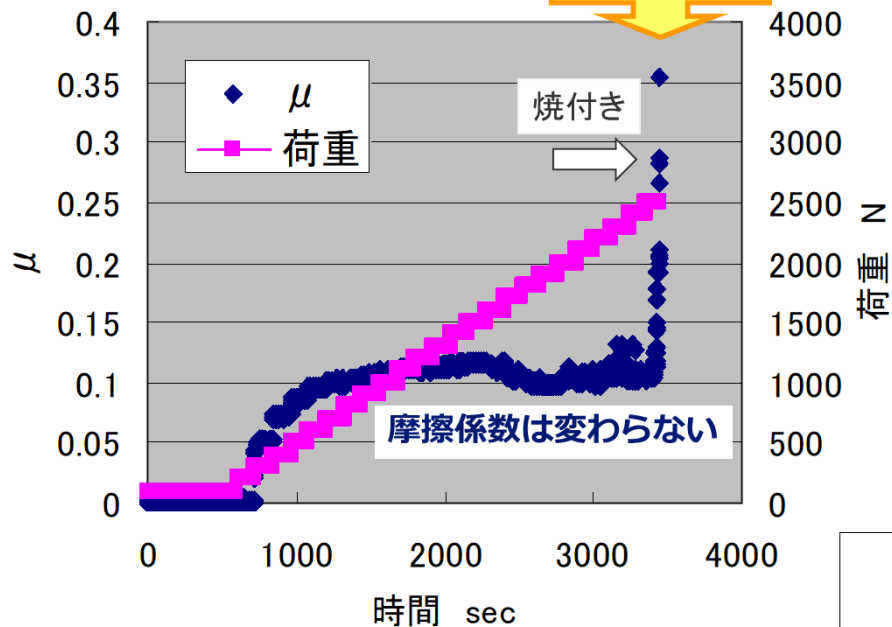


評価マイクロディンプル深さ: 0 ~ 780nm

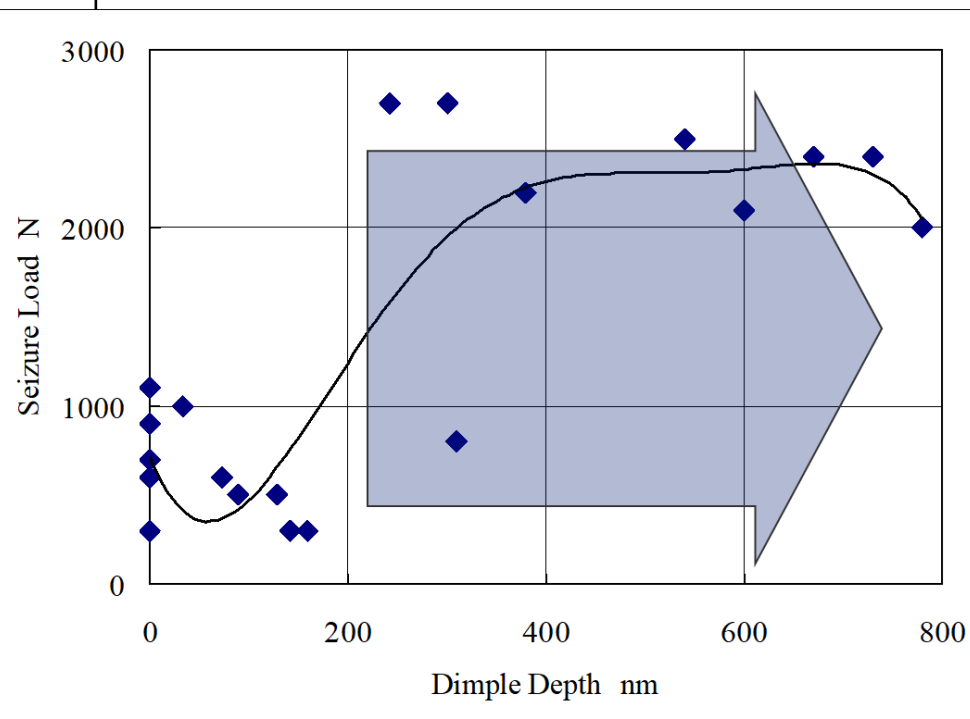
加工孔部に肉盛りは発生しない

ディンプル深さ: 540 μm

ディンプルは
つぶれている



ディンプル深さと焼付き荷重の関係



特集1 自然の英知に学ぶ

模倣6 キリギリス → 低摩擦材料 ●トヨタ自動車

ジャンプ力の秘密は足裏にあり 微細構造模しエンジン焼き付き防止

イントロダクション

トヨタ自動車は、キリギリスの足の裏の構造に似た小さな丸いくぼみが規則正しく並んだ「マイクロディンプル」材料の開発を進めている。摩擦の低減や焼き付き防止の効果があり、エンジンのピストンやシリンダなどの摺動部への適用が期待されている。(64～65ページ掲載記事から抜粋) *テキスト版記事の文字数: 2561文字

https://bizboard.nikkeibp.co.jp/kijiken/summary/20120501/NMC0692H_2258429a.html

模倣6 キリギリス→低摩擦材料（トヨタ自動車）

ジャンプ力の秘密は足裏にあり、微細構造模しエンジン焼き付き防止

トヨタ自動車は、キリギリスの足の裏の構造に似た小さな丸いくぼみが規則正しく並んだ「マイクロディンプル」材料の開発を進めている。摩擦の低減や焼き付き防止の効果があり、エンジンのピストンやシリンダなどの摺動部への適用が期待されている。

「微細なくぼみが潤滑油を保持することで摩擦を低減できる」（同社金属・無機材料技術部燃料・油剤・摺動材室主幹の鈴木厚氏）とみられ、その効果は実験的にも確認されているという。

キリギリスの足の裏は $4\mu\sim 5\mu\text{m}$ の大きさの六角形の突起が規則正しく並んだハニカム構造をしている。メカニズムは詳しく解明されていないが、この微細構造には、摩擦の不安定さを解消する効果があるとみられている。シリコーンゴム表面に類似の微細構造を作成して摩擦特性を調べたところ、乾いた状態では摺動時の振動がなくスムーズに動き、ぬれた状態では横滑りを防ぐ効果があったという。

<https://xtech.nikkei.com/dm/article/HONSHI/20120423/214531/>

トヨタ自動車 (正)・鈴木 厚 トヨタ自動車 (正) 海道 昌幸 東北大 (非) 下村 正嗣

東北大 (非) 藤 浩 東北大 (非) 平井 悠司

Atsushi Suzuki*, Masataka Kaido*, Masatsugu Shimomura**, Hirosshi Yabu**, Yuji Hirai**

*Toyota Motor, **Tohoku University

1. はじめに

疎水性高分子溶液を固体基板上に塗布し、加温雰囲気下で乾燥することにより、ハニカム状多孔質膜が自己組織的に形成されることを見いだしている¹⁾²⁾。Fig.1に製造したハニカム構造を示す。これは、Fig.2に示すように、有機溶媒が溶液から蒸発する際の気化熱により溶液表面が冷却され、加温雰囲気中の水蒸気が結露して形成した水滴が毛管力により細密充填し、溶媒および水滴が蒸発した際に、配列した空孔が形成されるためである³⁾。

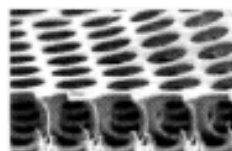


Fig1. Honeycomb-patterned Film

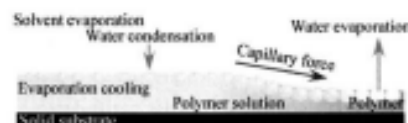


Fig2. Formation Mechanism of Honeycomb-patterned Structure

前報ではこのハニカム構造を鋳型として、鉄表面にマイクロディンプル構造を製作した。そこで本研究では、エンジンオイル中でマイクロディンプル処理をしたテストピースを用いて摩擦試験を実施し、そのディンプルの注潤り構造が摩擦係数や焼付き性に及ぼす影響を明らかにする。

2. 実験方法

2.1 実験材料

Table1に用いたテスト試験片を示す。マイクロディンプルの製作は前報のとおりで硝酸0.6mlとエタノール9.4mlの混合溶液にマスクの付いた鉄基板を「5秒間浸漬」、「エタノールで洗浄」、「ドライヤーで乾燥」の3工程を繰り返し、エッチング合計時間を変えることにより深さを変えた。Fig.3にその形状を、またFig.4にマイクロディンプルの代表的な断面形状を示す。エッチングにより製作したので表面付近にバリ等はないことがわかる。

Table1. Test Sample

	Ring	Plate
Material	S50	S55
Hardness Hv	600	700
Roughness Ra	0.02	0.02
Microdimple Size μm	—	8
Microdimple Depth nm		0 - 780

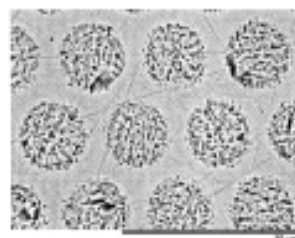


Fig3. Microdimple Structure

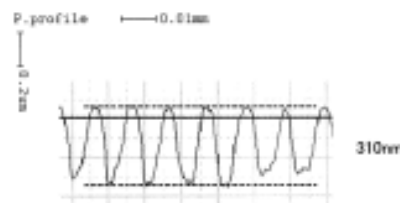


Fig4. Cross Section of Microdimple (Depth:310nm)

2.2 実験条件

摩擦試験装置はリングオンプレート試験を用いた。試験の潤滑油はエンジン油 SM 0W-20 を用い、試験回転数:500rpm で、最初の10分間は荷重100N、その後100N/2min.で荷重を上げ、摩擦係数が急激に上昇する(焼付き)まで試験を行った。

2022年5月16日

ジャトコ、バイオミメティクス（生物模倣）を活用した湿式クラッチを新開発

f シェア

ツイート

ジャトコ株式会社（本社：静岡県富士市、社長：佐藤朋由、以下ジャトコ）は、クルマのトランスミッションなどで動力伝達に使われる湿式クラッチの摩擦特性と耐久性を高次元で両立する表面加工技術を新たに開発しました。開発した技術は、カエルとキリギリス、2種類の生物の足裏に配列された六角形模様の微細構造をヒントに、クラッチのスチールプレート※¹の表面に排油性能を高める特殊加工を施すもので、これにより摩擦特性の安定性や耐久性を大幅に向上させることができます。。



スチールプレート表面



表面加工（拡大）

ジャトコは、オートマチックトランスミッションの専門メーカーとして1億2,000万台以上のAT/CVTを生産してきました。来るべき電動化の時代にも、これまで培ってきたギアやクラッチなどの動力伝達部品の加工技術をさらに進化させ続けていきます。

https://www.jatco.co.jp/release/2022/20220516_1358.html