

### 研究背景

近年、電子デバイスの小型化と高機能化により、CPUやパワートランジスタなどの高発熱源からの熱除去は、喫緊の課題である。現在、ミクロの点では、表面にマイクロメートルオーダーの微細構造を施し、伝熱特性を制御するマイクロテクスチャの熱輸送デバイスが注目されている。また、マクロの点では軽量で高性能なヒートシンクが求められている。

### 研究目的

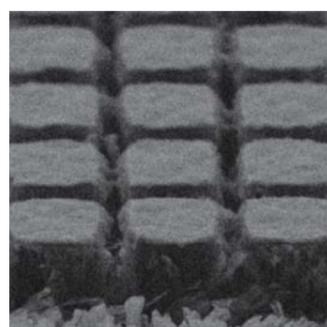
**ミクロ**  
 ・輻射伝熱や沸騰伝熱により適したマイクロテクスチャの形状を設計し、純アルミシート上にそれを転写する成形技術を開発すること  
**マクロ**  
 ・軽量かつ高性能なヒートシンクをCNCプレス機によって作成。

### 研究方法(ミクロ)

- ・DLC膜上に形成したマイクロテクスチャをCNCプレス装置で純アルミシート上に転写し、その成形精度をSEMで検証する。
- ・CNCプレス機はプレスモーション(負荷と除荷を繰り返すモーション)を制御できるため、加工力を低減しつつ微細な形状制御を可能にする。DLC膜上に $3.5 \times 3.5 \times 4.5 \mu\text{m}$ のマイクロテクスチャ形状を形成し、転写用金型を製作する。
- ・DLC膜の高い離型性により、転写に均一性を持たせ、大面積加工を可能にする



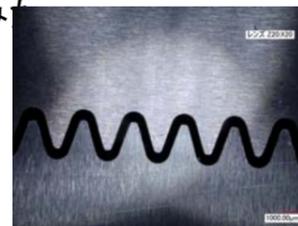
CNCプレス



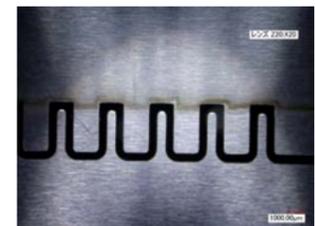
DLCパンチ

### 研究方法(マクロ)

- ・CNCプレスで加工可能なヒートシンク(くし形ヒートシンク)の成形加工時間の短縮を狙い、少ない工程の金型を作成(2工程型)
- ・より精度が高いヒートシンクを目指し7工程の金型を作成。
- ・これら二つを実際に加工し、くし形ヒートシンクの作成を試みる



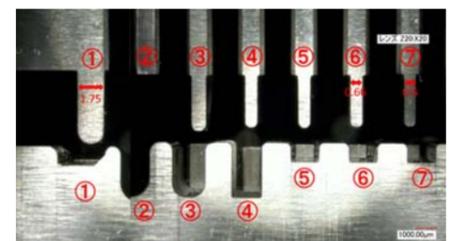
2工程型(第1工程)



2工程型(第2工程)



7工程型



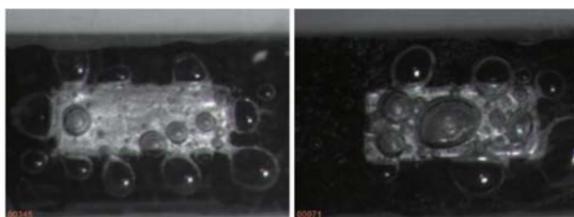
パンチ①～⑦

### 研究結果(ミクロ)

・CNCプレス機で負荷と除荷を繰り返すモーションを加え、転写形状を崩さずにミクロな塑性変形を可能にした。



- ・マイクロテクスチャがある表面は高い撥水性を持つことが確認できた。
- ・撥水性を持つマイクロテクスチャは通常のアلمシートと比べて熱流束が約1.5倍程度の伝熱効果が見られた。



マイクロテクスチャ 通常のアلمシート

・マイクロテクスチャの表面形状を気泡形(円柱)に変更し、直径サイズが $10 \mu\text{m}$ 以上になることが伝熱特性に最適な条件である。

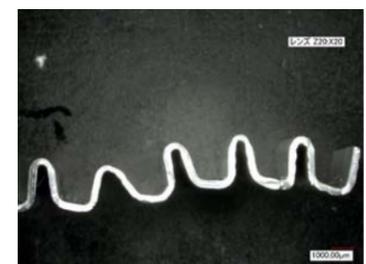
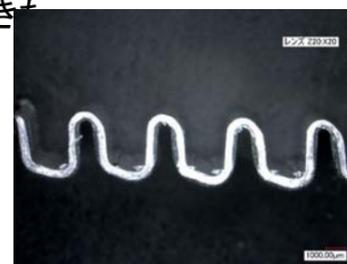


気泡形のDLCパンチ

DLC膜の表面

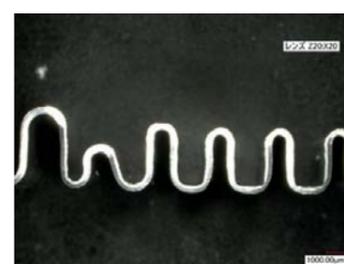
### 研究結果(マクロ)

- ・ヒートシンク金型①(2工程型)で作成したヒートシンクはフィンの形にバラつきがあり、精度が悪い成形品になった。
- ・メタルフローが充分ではないため材料が割れる不具合が起きる

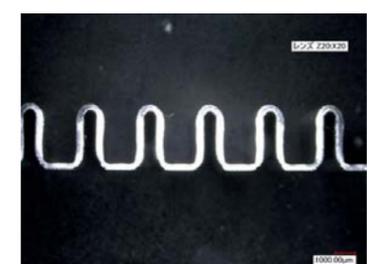


不具合の様子

- ・ヒートシンク金型②は①と比べて成形加工時間が長いが図のように精度の良いヒートシンクの作成に成功した。
- ・プレス高さ32.6mmの時、転写率96.6%になった。
- ・板厚は元の0.5mmから74%の0.37mmまで薄くなった。



①～⑥工程の様子



完成品