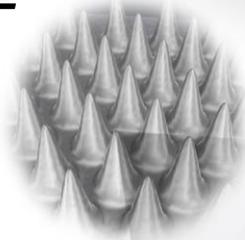


熱可塑性CFRPと金属の高強度・高靱性 な異種接合及び成形技術

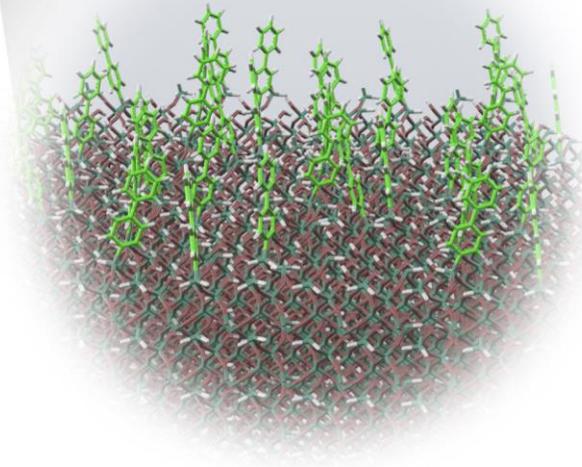
早稲田大学 理工学術院
基幹理工学部 機械科学・航空宇宙学科
教授 細井 厚志

開発技術の概要

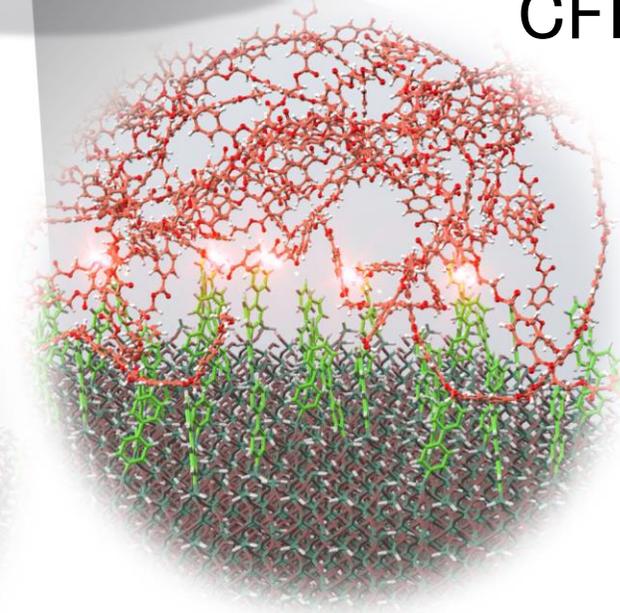
表面微細構造



界面化学修飾



CFRTP熱溶着



背景

2050年に向けたカーボンニュートラルの要求
輸送機器を始めとする機械構造物のマルチマテリアル化
CFRPと金属の異種接合技術の開発の必要性

特にリサイクル性、生産性向上を念頭に熱可塑性CFRP
(CFRTP)の利用拡大

課題

接着剤⇒硬化時間を要し生産性が悪い、CFRTP(特に
PEEK母材)は化学的に不活性で接着性に乏しい

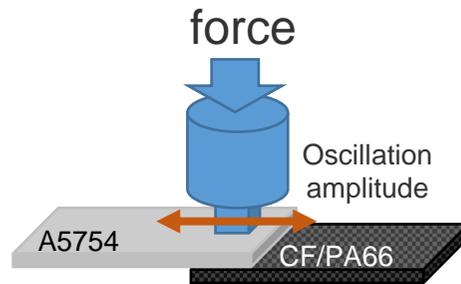
機械締結⇒ボルトやリベットを用いることによる重量増加
のためCFRTPの軽量特性を生かせない

従来技術との比較

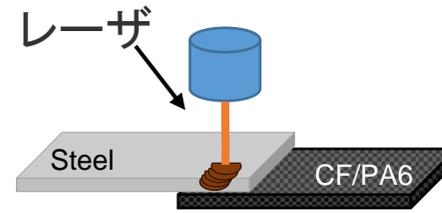
接着剤接合



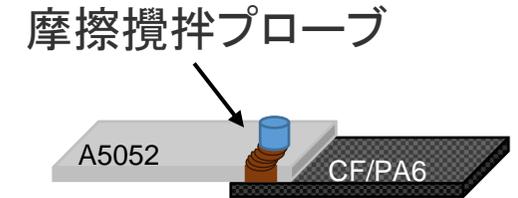
超音波振動接合



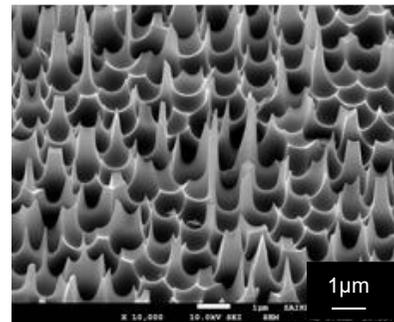
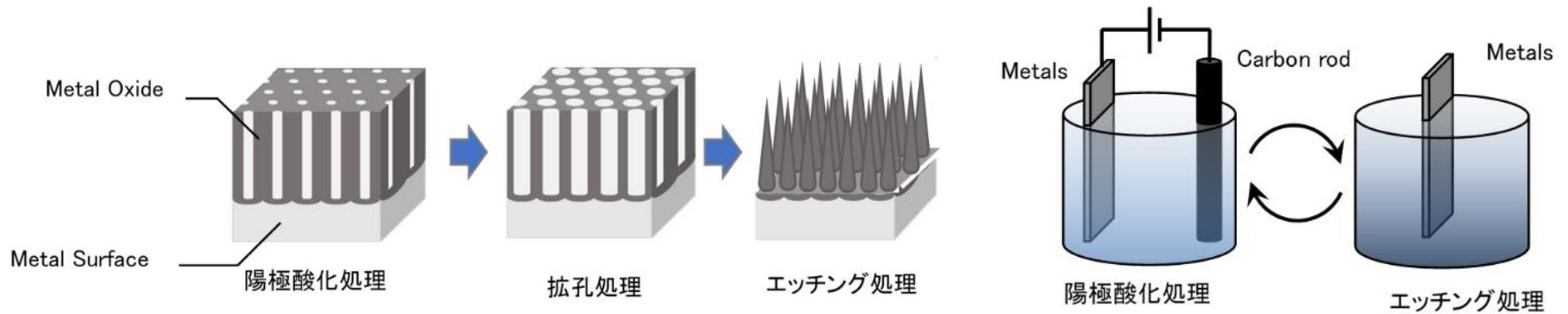
レーザー接合



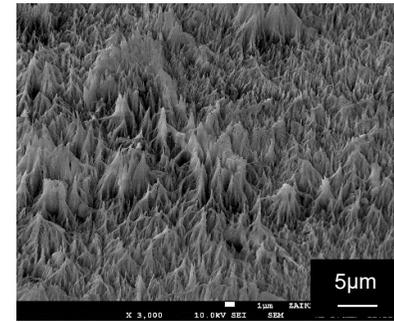
摩擦重ね接合



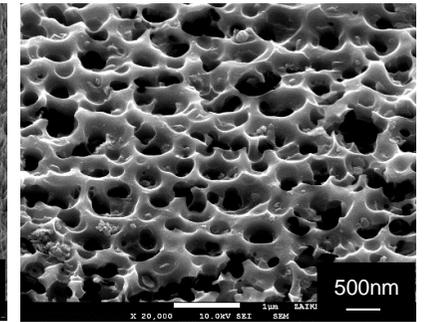
金属表面の加工



(c) ナノスパイク構造

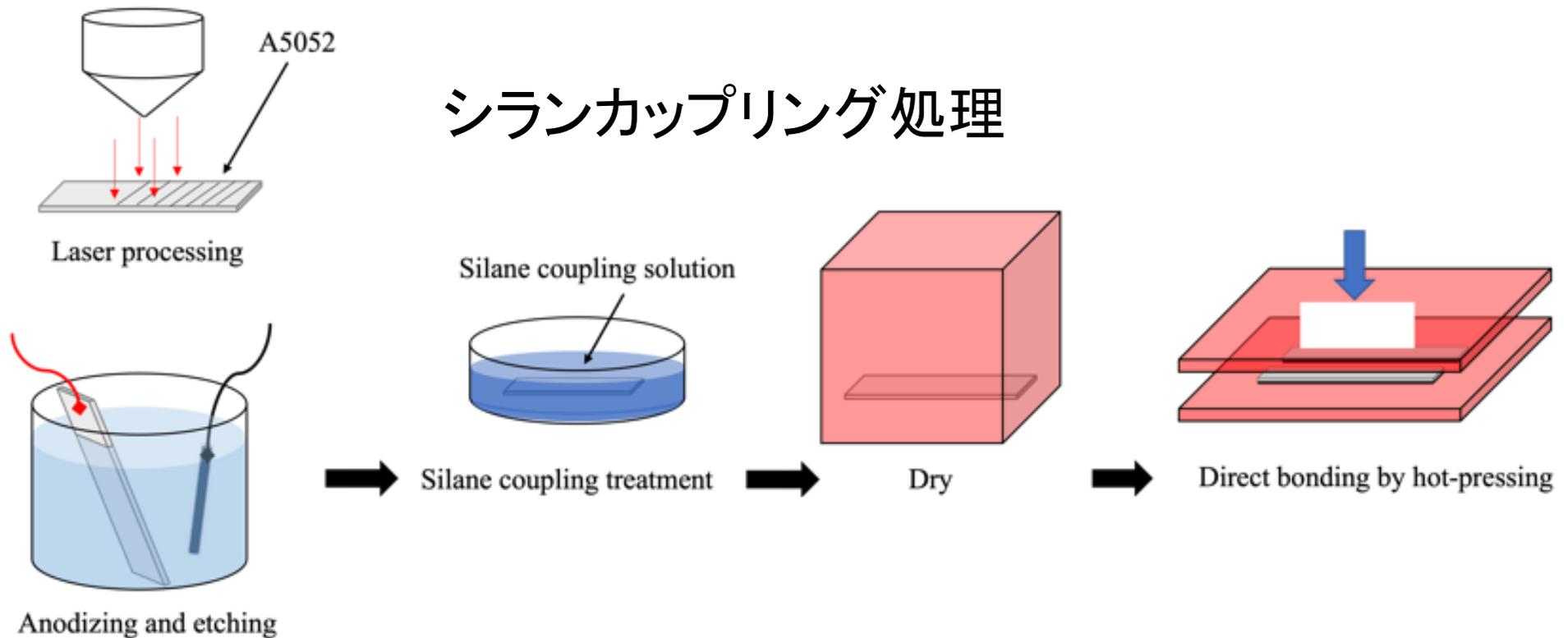


(d) ナノニードル構造



(e) ナノトンネル構造

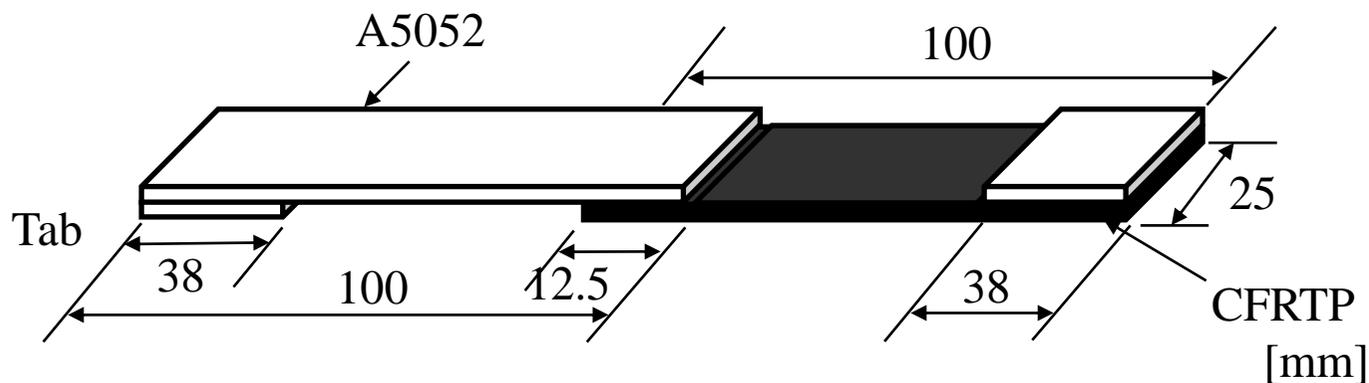
表面化学処理/接合



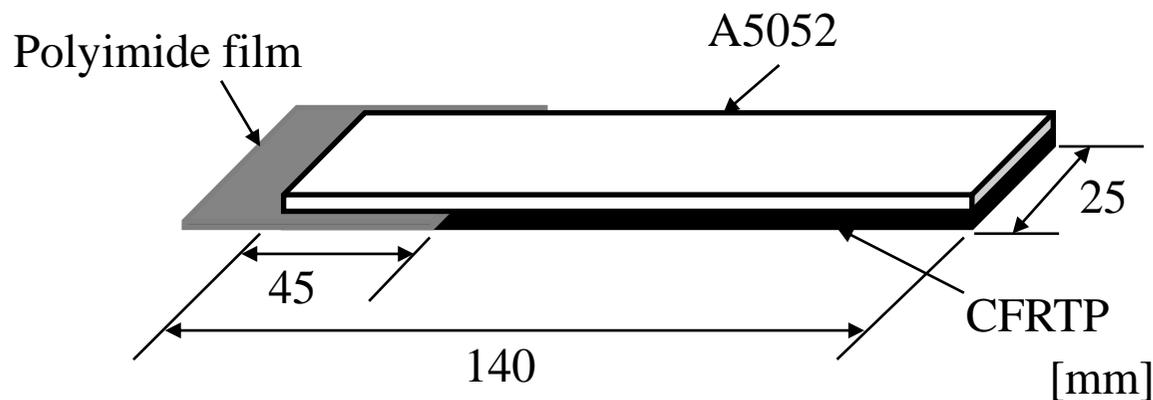
接合特性評価方法

シングルラップジョイント試験片

CF/PEEK//A5052



双片持ち梁試験片



接合強度と表面加工の関係

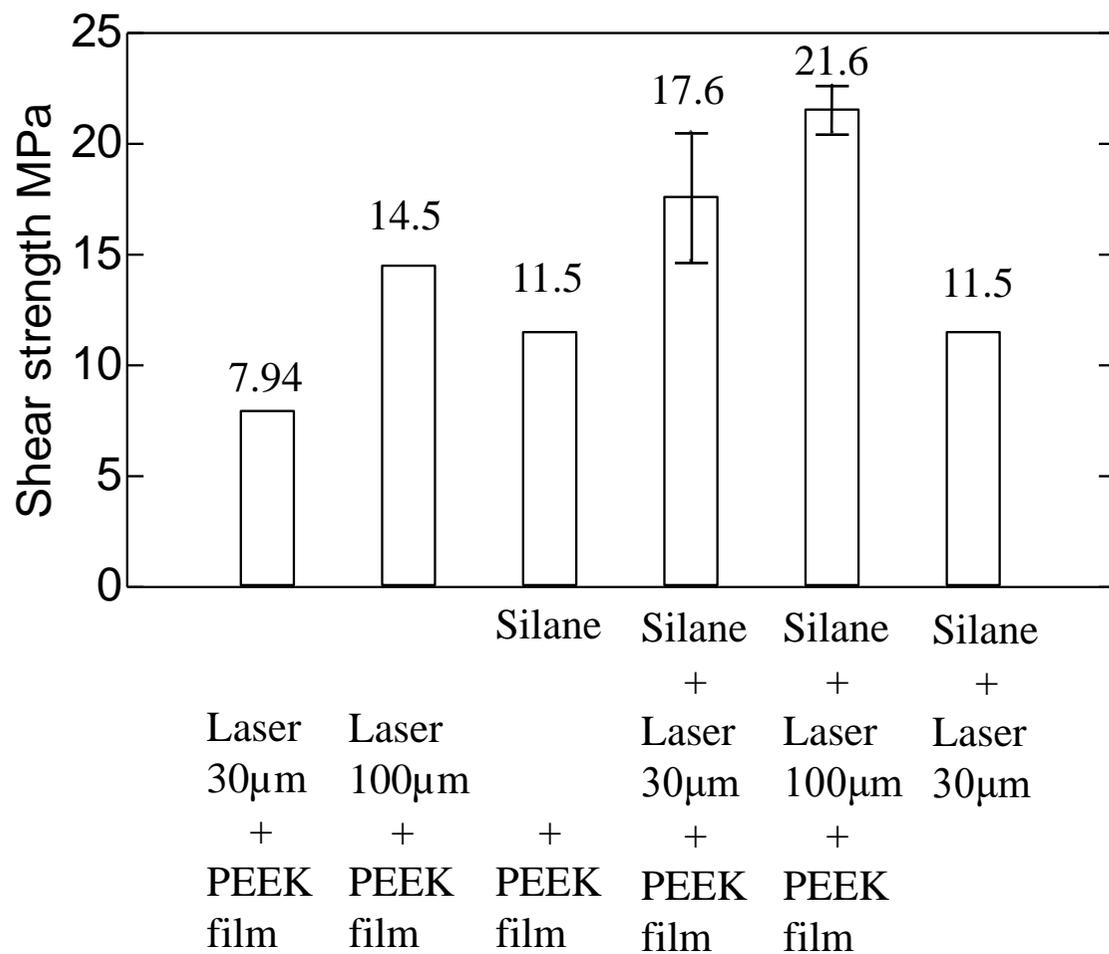
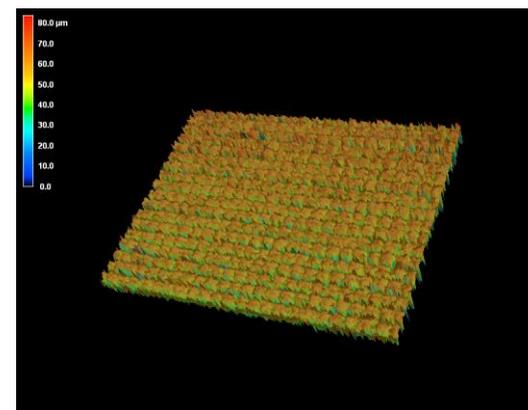
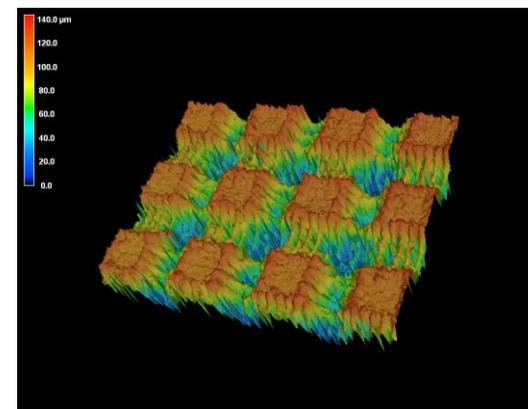


Fig. Results of Shear Strength.



a) Type1 (width 30µm depth 40µm)



b) Type2 (width, depth 100µm)

Fig. Microstructure.

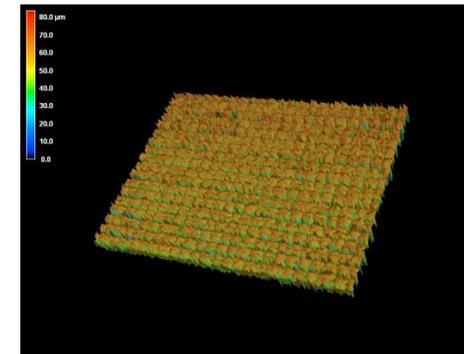
接合強度と表面加工の関係

形状計測

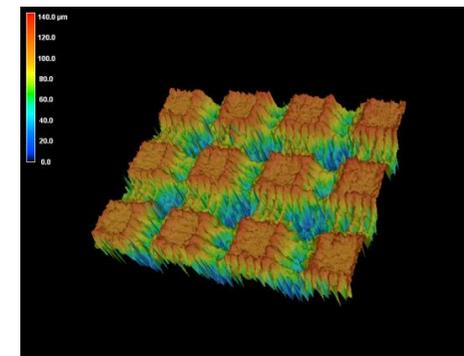
30 μm 構造の表面積 : $4.85 \times 10^6 \mu\text{m}^2$
100 μm 構造の表面積 : $3.94 \times 10^6 \mu\text{m}^2$

シランカップリング処理の追加による
接合強度の上昇率の差

表面積がシランカップリング処理の
効果に影響



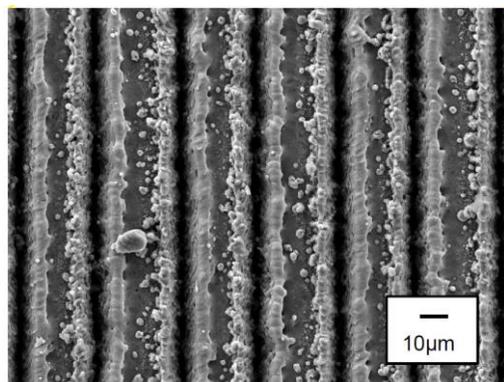
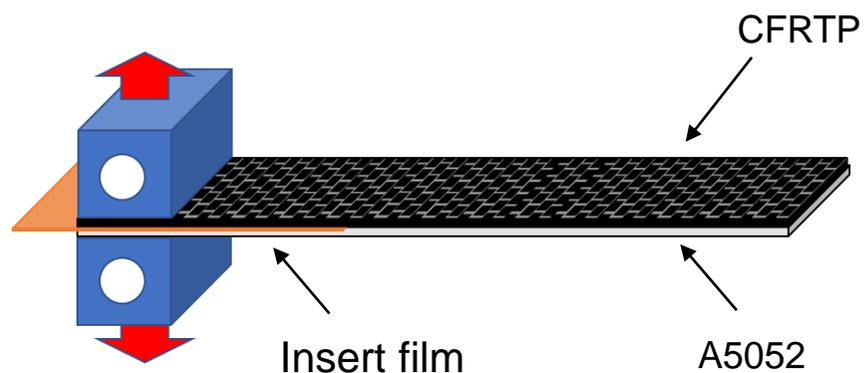
a) 30 μm grid



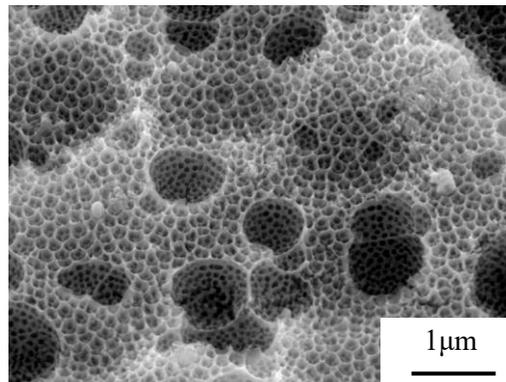
b) 100 μm grid

Fig. Surface area

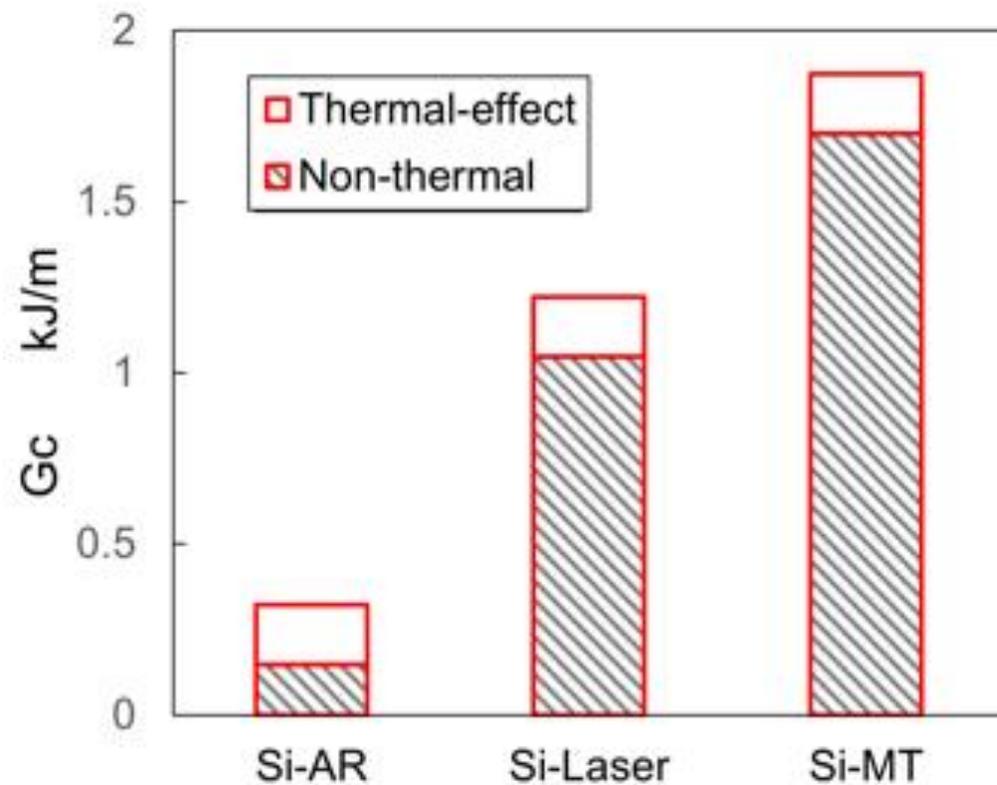
層間破壊靱性評価



レーザー加工



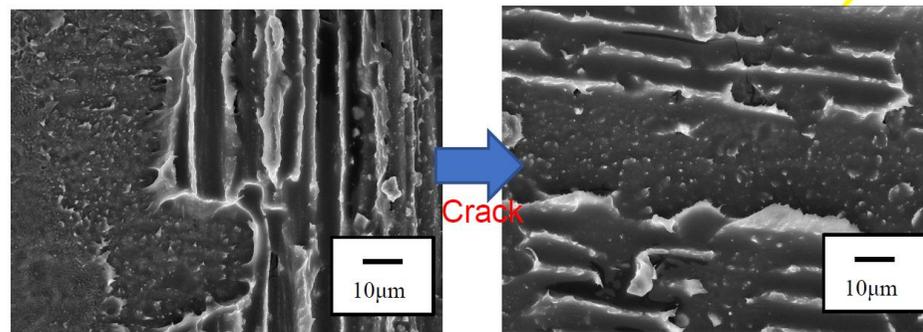
MT構造



破面観察

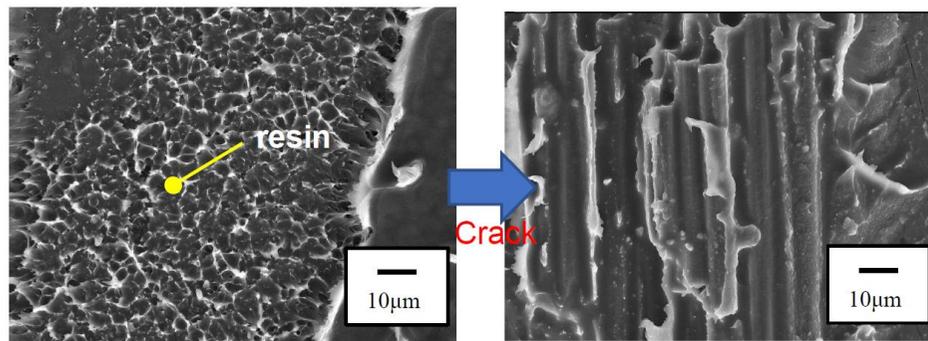
A5052側

- ・全体的に樹脂が付着
- ・樹脂の毛羽立ち→延性的破面



(a) ①

(b) ②



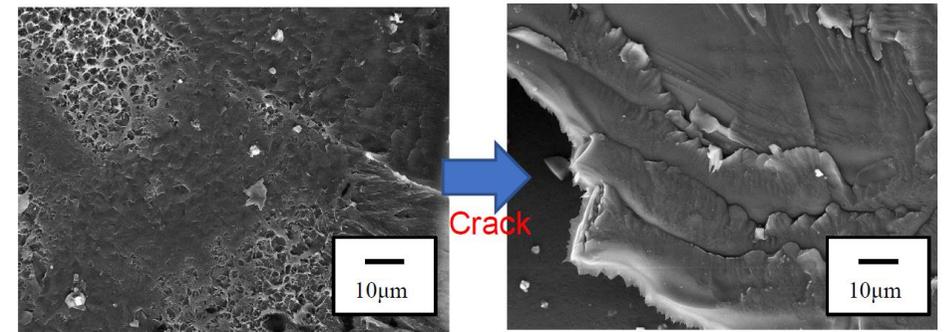
(c) ③

(d) ④

Fig. Fracture surfaces on Si-Laser A5052.

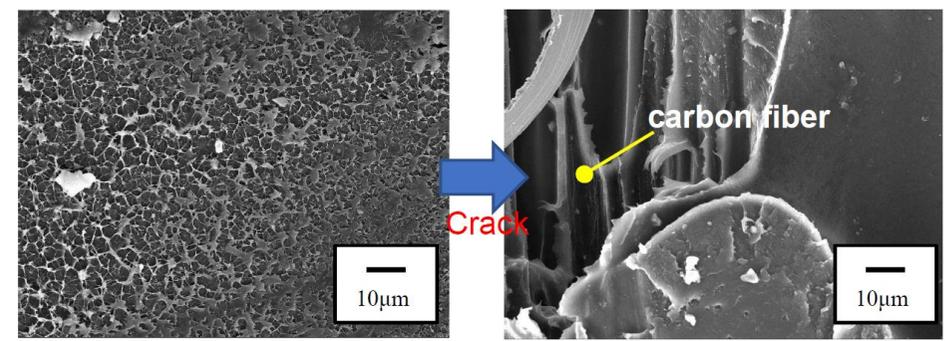
CFRTP側

- ・破面の多くが延性的破面
- ・繊維の露出あり



(a) ①

(b) ②

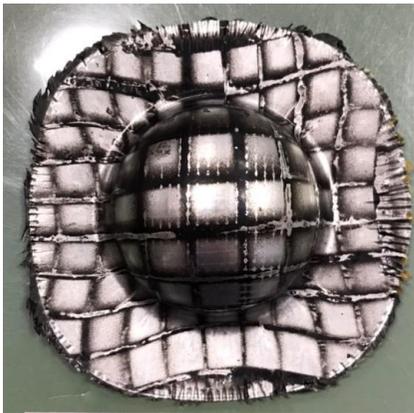


(c) ③

(d) ④

Fig. Fracture surfaces on Si-Laser CFRTP.

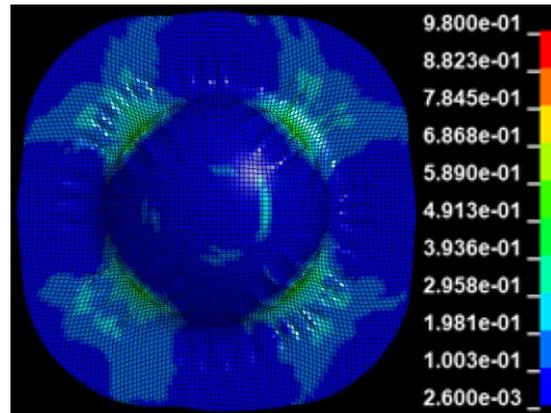
プレス成形への応用



(a) Top view.



(b) Bottom view.



異種接合体のプレス成形

プレス成形シミュレーション

スマートフォン筐体試作

接合と賦形を同時に可能

協力: スピック(株)

想定される用途

- 輸送機器分野における異種材接合に本技術を適用する事で、構造物の軽量化を可能にする。
- マイクロ・ナノ構造を有することから疲労強度にも優れ、長期耐久性の向上可能。
- 金属とCFRTPを積層させた新規の材料開発へ展開することも可能と思われる。
- プレス成形による高い設計自由度、生産性向上、高い意匠性

実用化に向けた課題

- 長期信頼性確保、ばらつき
- 接合特性の環境依存性（高温、低温、湿度）
- 自動積層技術への展開
- 強度と靱性を両立する基本原理の解明
- プレス成形における変形予測

企業への期待

本接合技術・評価技術を実用展開に向けて応用したい
企業との情報交換・将来的な共同研究への模索

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ポリエーテルエーテルケトン炭素繊維強化樹脂と
アルミニウム材との樹脂金属接合体の製造方法
- 出願番号 : 特願2023-045504
- 出願人 : 学校法人早稲田大学
- 発明者 : 細井厚志、川田宏之

お問い合わせ先

早稲田大学

リサーチイノベーションセンター

知財・研究連携支援セクション(承認TLO)

TEL 03-5286-9867

FAX 03-5286-8374

E-mail contact-tlo@list.waseda.jp