

全面くし型電極を用いた誘電加熱によるVaRTMスマートフロー

Smart Flow of VaRTM by Dielectric Heating using Full Interdigital Electrodes

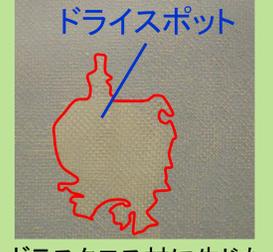
○小林誠治(東工大院) 松崎亮介(東工大) 轟章(東工大) 水谷義弘(東工大)

研究背景

FRP(繊維強化プラスチック)
 • 一体成形
 • 低コスト成形



VaRTMにより一体成形されたMRJの翼構造



ガラスクロス材に生じたドライスポット

成形品の複雑化により
ドライスポット発生
 ↓
 曲げ強度などの
 力学的特性を大幅低下

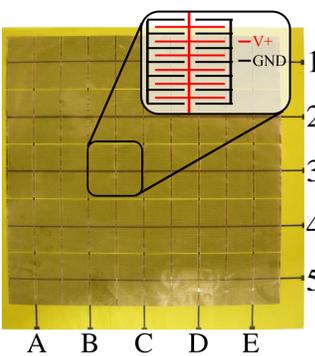
解決手法

フローモニタリング
 • 誘電率センサ • 光ファイバ
 欠点: 点もしくは線状の測定
 フローコントロール
 • コイルヒーター

従来手法では別々のデバイス必要

VaRTMの適用拡大

Multifunctional interdigital electrode array

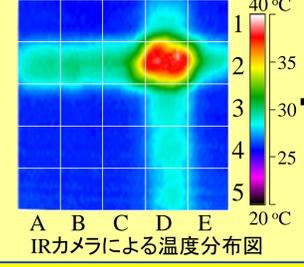
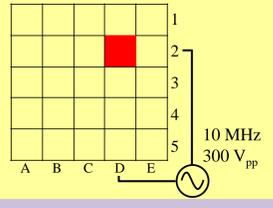


1 全面くし型電極
 2 • 分布測定可能 ← フローモニタリング
 3 • 誘電加熱可能 ← フローコントロール
 4
 5

5 × 5の25測定点
 配線数わずか10本

高周波誘電加熱

くし型電極フィルム上に
 ポリエステル樹脂を塗布
 (サンドーマPC-184-C)
 電極 “2-D”に高周波印加

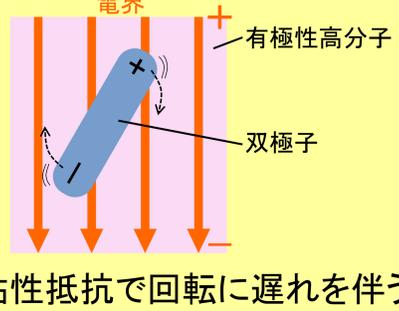


局所的に誘電加熱可能

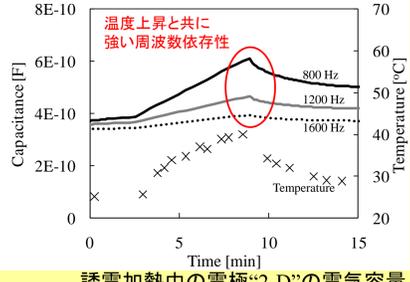
±6°C以内誤差で
 温度推定可能

電気容量の周波数依存性を利用した温度測定

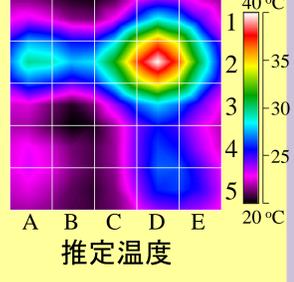
有極性高分子の配向分極



粘性抵抗で回転に遅れを伴う



誘電加熱中の電極“2-D”の電気容量とIRカメラによる測定温度



推定温度

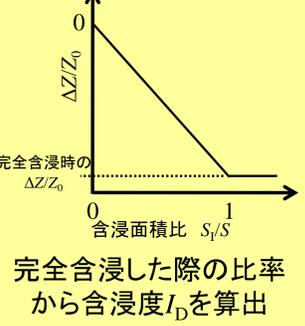
$$T = \frac{U}{R} \cdot \frac{1}{\ln\left(\frac{1/\sqrt{-b_1}}{(\mu_\infty/n)}\right)}$$

T: 温度, U: 活性化エネルギー
 R: 一般気体定数, μ_∞ , n: 材料定数
 $b_1 = \frac{dC}{d\omega}$ C: 電気容量, ω : 角周波数

誘電緩和現象に起因して
 誘電率に周波数依存性

含浸領域モニタリング

インピーダンス変化率から含浸度合を判定

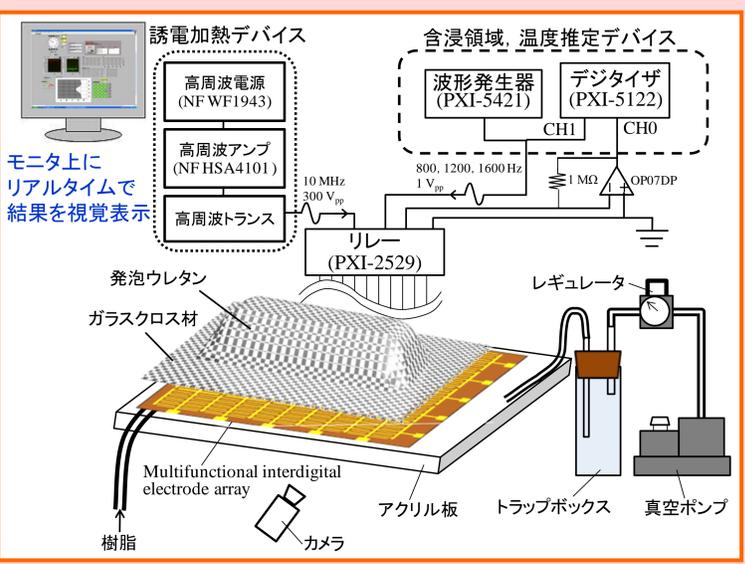


$$R = \sum_{i=1-A}^{5-E} \left(I_D - \frac{S_i}{S} \right)^2 \text{ が最小となるしきい値決定}$$

$$I_D = \frac{\Delta Z(S_i/S, T)/Z_0}{\Delta Z(S_i/S=1, T)/Z_0}$$

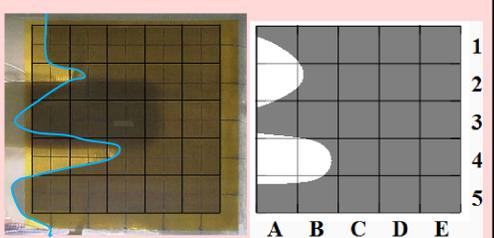
インピーダンス応答に最も合致する含浸領域を算出

誘電加熱によるVaRTMフローコントロール

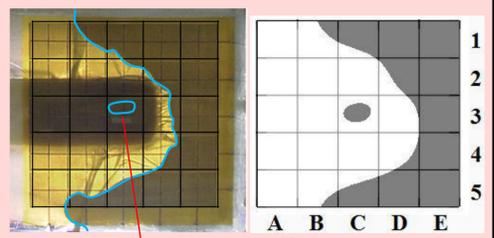


誘電加熱を用いたVaRTMフローコントロール

(a) 誘電加熱なし



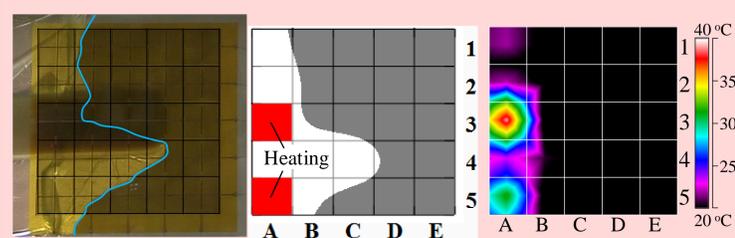
(i) $t=1/4 T$



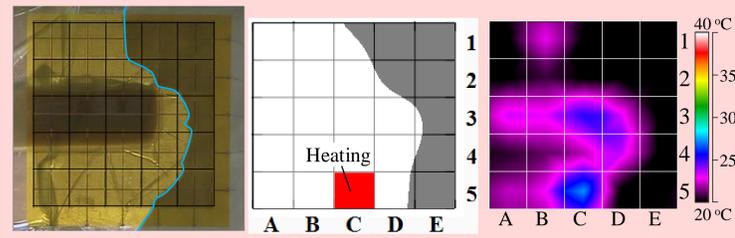
(ii) $t=1/2 T$

ドライスポット発生

(b) 誘電加熱あり



(i) $t=1/4 T$



(ii) $t=1/2 T$

ドライスポット発生せずスマートフロー

