

インクの載らない撥水性フッ素樹脂 への表面冷却レーザーマーキング による加飾・印字

国士舘大学 理工学部 理工学科 機械工学系
准教授 佐藤 公俊

2022年 8月 9日

物体の温度は加熱・冷却のバランスの結果

本日の話題のポイントは、
「冷やしながら相手の温度を上げる」
ことになります

身の回りのフッ素樹脂応用品

フッ素コート:

優れた撥油撥水性のイメージ



撥水コート繊維 (ケマーズ)



撥油コートフライパン (ダイキン工業)

フッ素樹脂の特徴と産業応用

【特徴】

- ・ 低摩擦係数
- ・ 非粘着性（離型性）
- ・ 耐薬品性
- ・ 耐候性、耐UV性能
- ・ 耐熱性、不燃性、耐低温性
- ・ 防湿性
- ・ 電気特性（低誘電率、低誘電正接）

熱溶着での課題:

- ・ 高融点
- ・ 接着剤使用不可
- ・ 非着色（透明性の維持）

【応用分野】

- ・ 自動車の燃料チューブ
- ・ 半導体製造工場の薬液ライン
- ・ 電線
- ・ 航空機の離型フィルム
- ・ 調理機器
- ・ プリント基板



半導体製造装置用流体配管部品の例

フッ素樹脂の表面加飾に対して

優れた撥水性の裏返し



印刷・加飾の為のインクや接合の為の接着剤
を弾いてしまう

ねらい

フッ素樹脂表面への加飾において

インク塗布ではなく

レーザーマーキングでおこなう

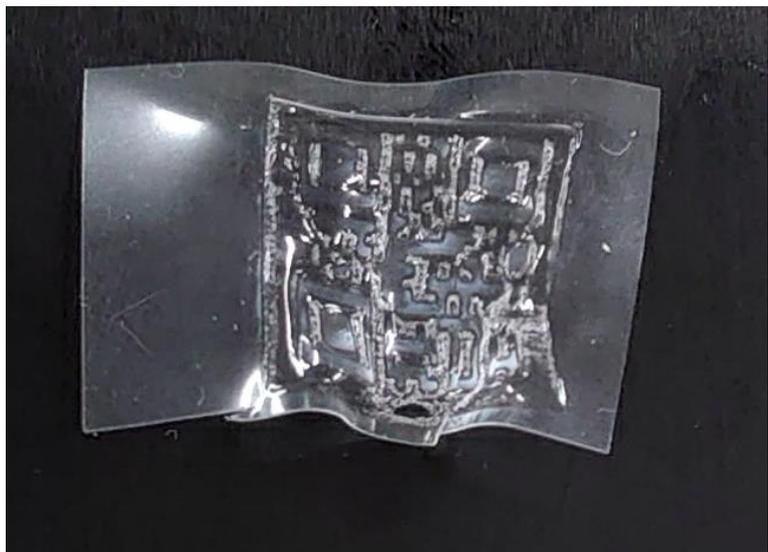
レーザーマーキング

レーザーマーキングは、対象物にレーザー光を照射して表面を溶かす、焦がす、剥離する、酸化させる、削る、変色させることでロゴや商品名、シリアル番号や型番などを印字する方法

印刷面剥離	表面層剥離	発色
対象物の表面の塗装や印刷、メッキなどを剥離し、基材色とのコントラストを出すことで印字します。	対象物の表面を削り、印字などを彫り込みます。一般的に刻印と言われている手法です。	レーザー光によって表面を焦がしたり、酸化させたり、変色させることで表面に印字などを行います。
		
アイスクリーム	ビデオテープ	配線器具

レーザーマーキングの種類と例（キーエンス）

ただし・・・



フッ素樹脂は発色が薄く、過熱分解で
すぐに歪んだり穴が空いてしまう

具体的な課題

フッ素樹脂はレーザ加熱による変色コントラスト
があまり付かず、加工条件設定が難しい

- 焦げても白くなるだけ
- 融点を超えて変色→ガス化するまでの温度範囲が短く変形劣化しやすい
- ガス化したフッ素化合物は人体に有害

実現したいこと

フッ素樹脂をレーザー加熱して変色し字や図柄を残したい

有害性のあるフッ素化合物ガスの放出を無くしたい

材料表面のレーザー加熱は変形劣化が激しいので、表層より内側に変色箇所を留めたい

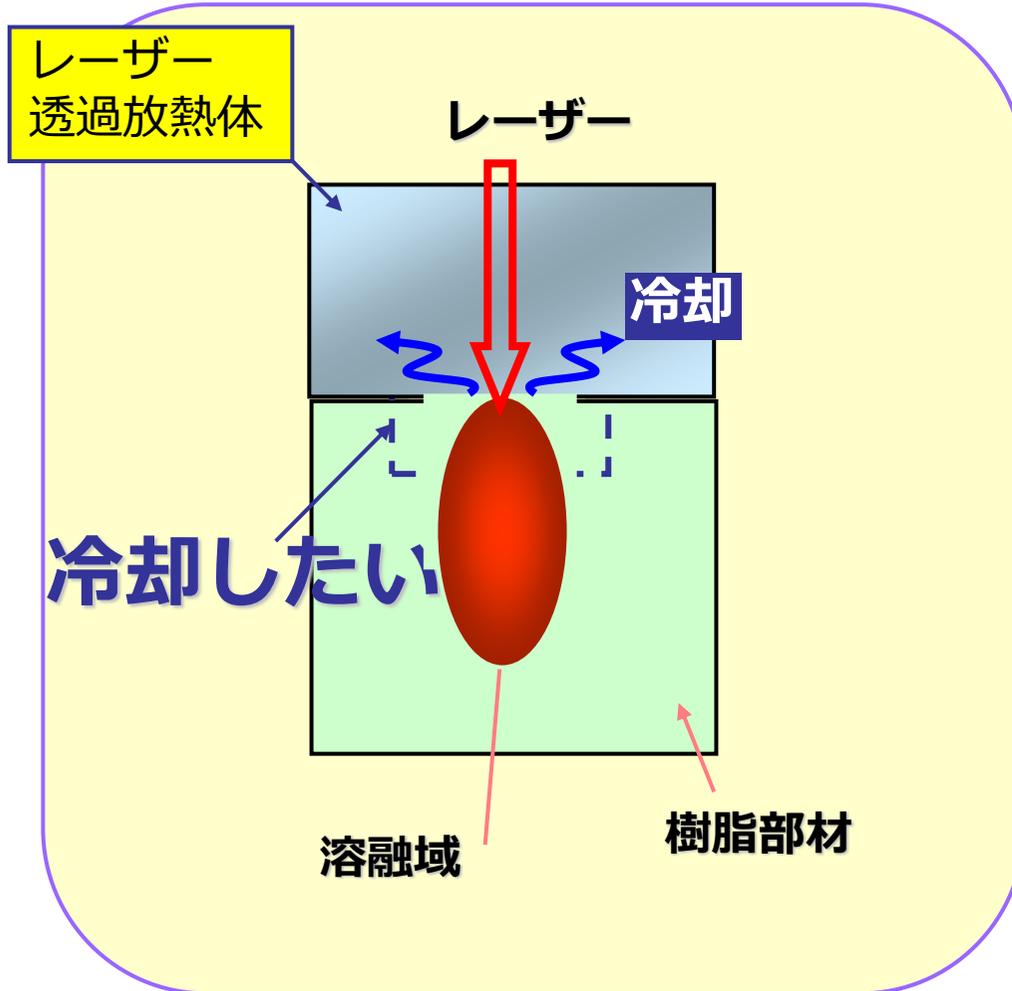
目的

レーザー加熱時の材料表面を冷却し温度上昇を抑えつつ、表層より内部の温度を上げてこの箇所だけ変色させる

レーザー透過放熱板で実現

表面冷却内部加熱の原理

色素無添加吸収部材に対し
内部加熱と表面冷却を両立



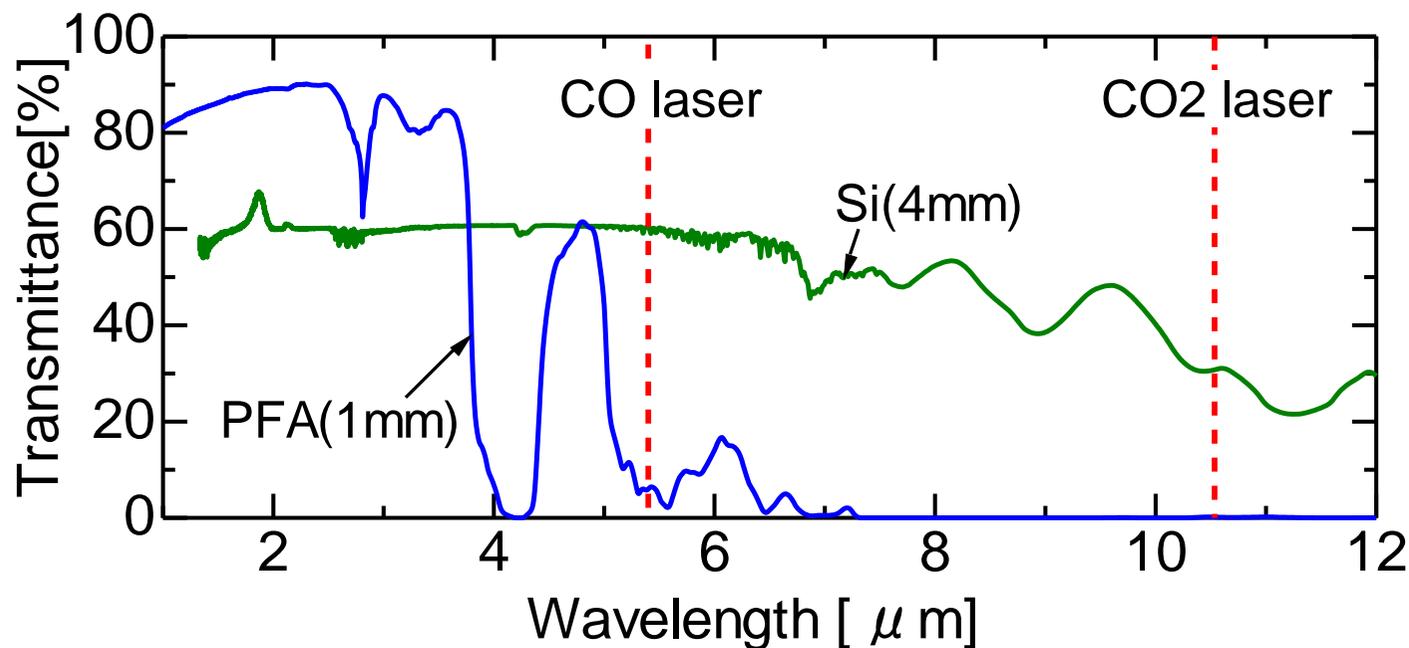
波長 $1\mu\text{m}$ 超のレーザー照射で
表面損傷なく界面溶融は可能？

レーザー照射をしたまま
部材表面を冷却させる

レーザーを透過する
高熱伝導固体を設置

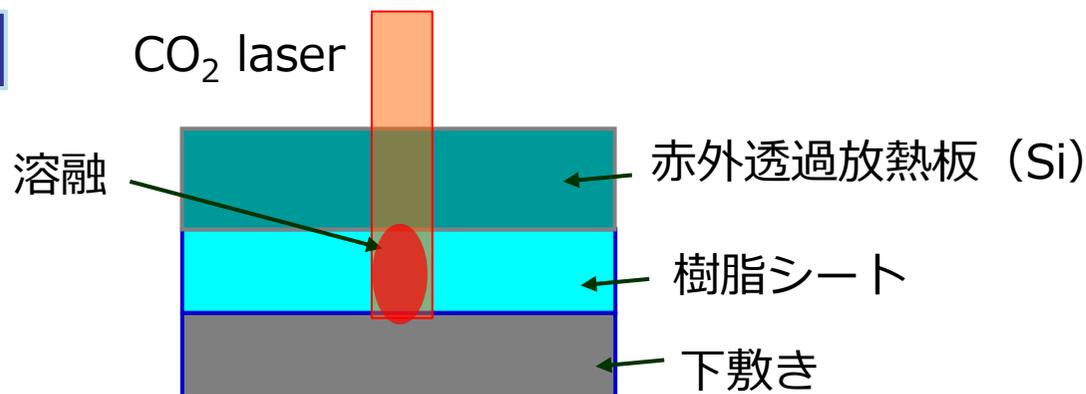
表面の冷却と内部加熱
の実現

材料とレーザと放熱板の光学的相性



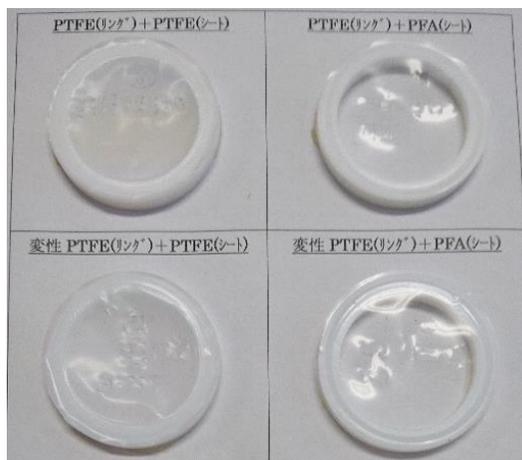
PFAシートとSiヒートシンクの赤外線透過スペクトル

内部レーザ加飾のコンセプト

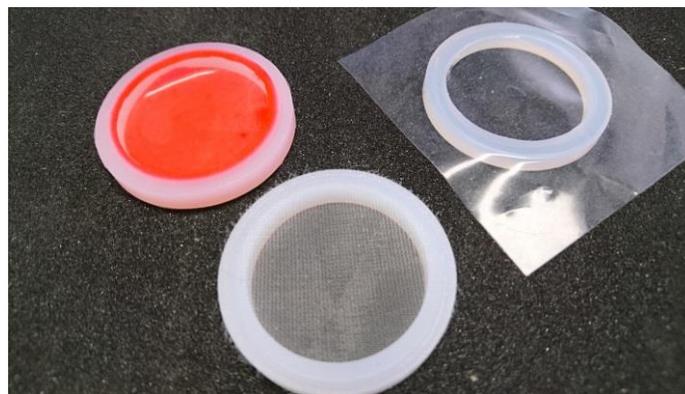


表面冷却式レーザ加熱の適用例

各種フッ素樹脂材のレーザ溶着を手掛けてきました



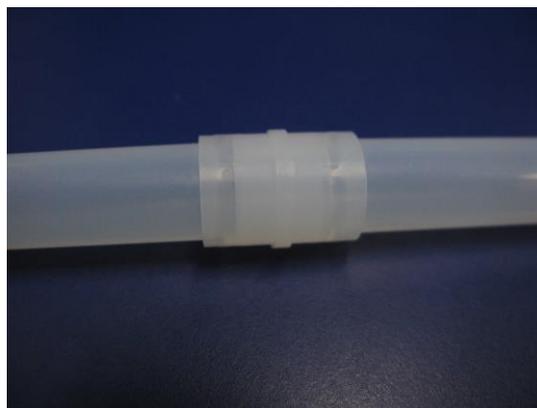
PTFE/PFAの溶着



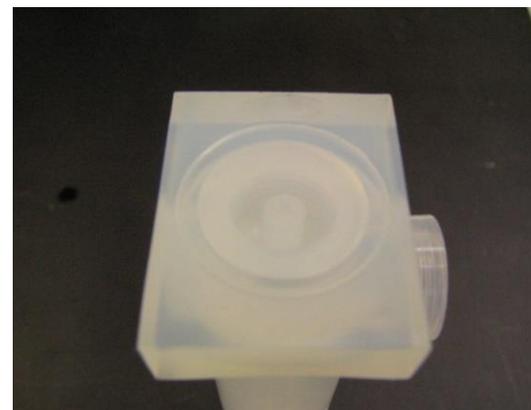
PFA薄肉材の溶着事例
(フィルム、メッシュ)



FEP製の生体組織凍結保存袋



PFA チューブと接手接合



PFA 流量計端部封止

レーザーマーキング装置

30W-CW CO2レーザーマーカ

レーザー透過放熱板を備えた治具



実験と評価

所定の二次元コード図柄をサンプルシートに
レーザマーキングし、マークされた図柄を「バー
コードマネージャーfor Windows」によって識別
できれば合格



木材にレーザマー
キングされたQR
コードの例

対象材料

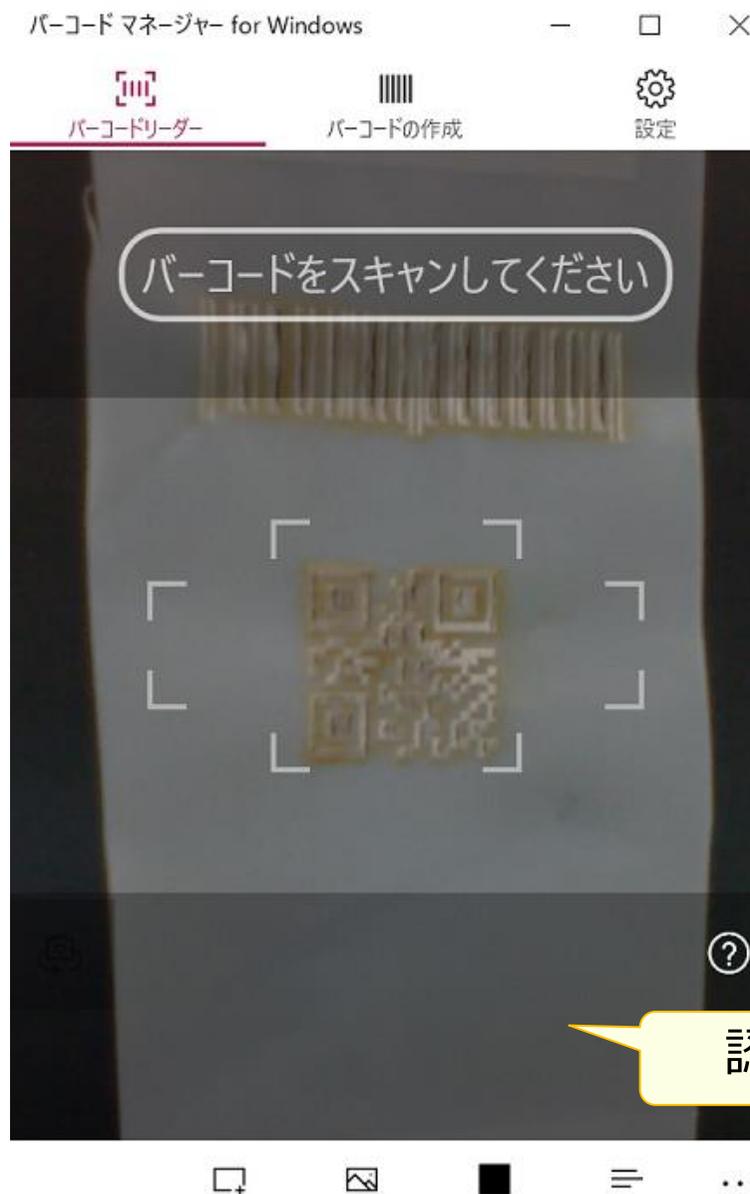
フッ素樹脂のPTFE（ポリテトラフルオロエチレン）

融点：327°C、熱分解温度：390°C

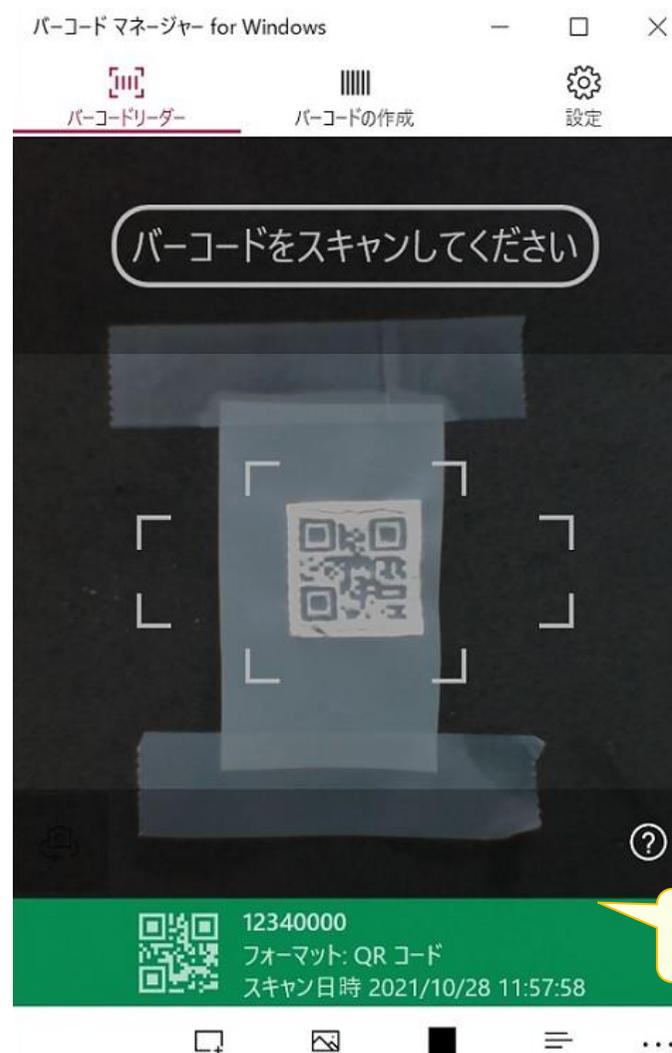
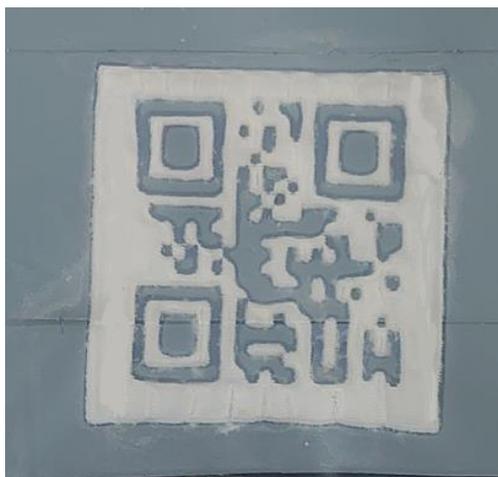
肉厚0.1mmシート



実験結果① 放熱板無し



実験結果② 放熱板有り



認識成功

まとめ

フッ素樹脂をレーザー加熱して白色の図柄を形成できた

PTFEにQRコードを刻印し、バーコードスキャナーで読み取り可能なサンプルを作成した

想定される用途

製品トレーサビリティの半永久性を担保するためには、簡単に消したり剥がしたりできない印字加飾技術が必要と思います

特にフッ素樹脂は耐薬品性の高い素材のため、薬品に触れる頻度の高い用途で使用される中で、ラベルが薬品に侵されやすい恐れがあり、製品表面に直接刻印されている事は記載情報の不変性は非常に有用と思われれます

想定される用途・・・薬品容器、薬液配管、車載部品などへの印字

実用化に向けた課題

形成したマークの経年劣化耐性の保証
(図柄の維持、強度等素材としての機械特性)

加工可能な対象素材の確認

企業への期待

フッ素樹脂に限らず樹脂材のレーザーマーキングの精細度を上げたい目的で本技術が使える場合もありますのでご相談ください

適用できる素材バリエーションを増やすことになればWin-Winです

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : レーザマーキング方法
- 出願番号 : 特願2022-9931
- 出願人 : 学校法人国士舘
- 発明者 : 佐藤公俊

産学連携に関する経歴

- 2008年-2018年 電気通信大学TLOで産学連携実務に従事
- 2016年-2019年 JST NexTEP事業に採択
(清和光学製作所実施)
- 2008年-2018年 7社と共同研究実施(@電通大)
- 2019年- 3社と共同研究実施(@国士舘大)

お問合せ先

国土舘大学 教務部 学術研究支援課

TEL : 03-5481-3306

E-mail : kenkyu@kokushikan.ac.jp