



独立行政法人
科学技術振興機構

大学連携新技術説明会

光機能性フォトクロミック材料の 新しい可能性

New Frontier of Photofunctional Photochromic Materials



大阪市立大学 大学院工学研究科
准教授 小畠 誠也

O S A K A C I T Y U N I V E R S I T Y

発表内容

研究背景

- フォトクロミズムとは
- フォトクロミズムの応用例

新技術



新しい原理にもとづく
フォトアクチュエータ

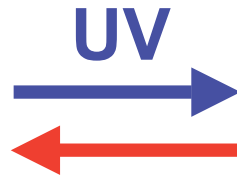
1. 光で伸縮・屈曲する有機結晶材料
2. 秘匿情報記録・表示材料とそのシステム
3. フォトクロミック材料を用いた低温温度履歴表示方法

フォトクロミズム

フォトクロミズム

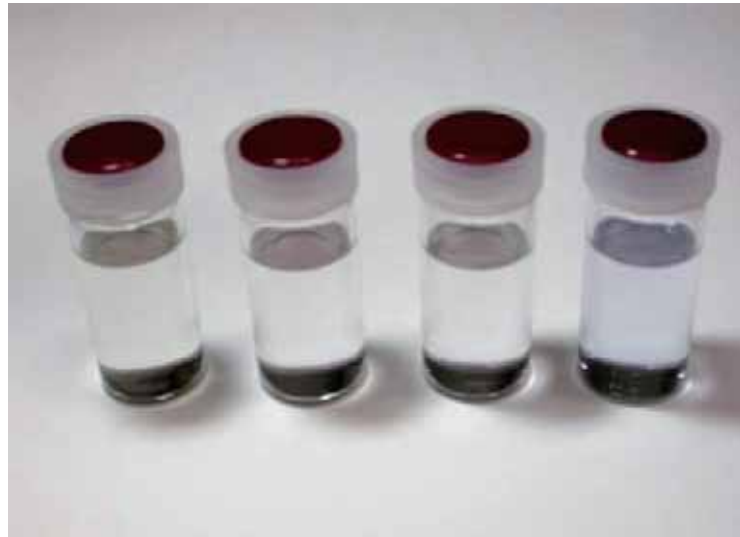
... 光に応答して可逆的に構造が変化し、色が変わる現象

A



B

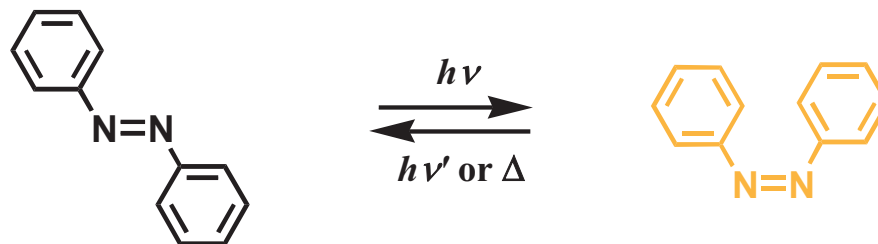
Vis. or Δ



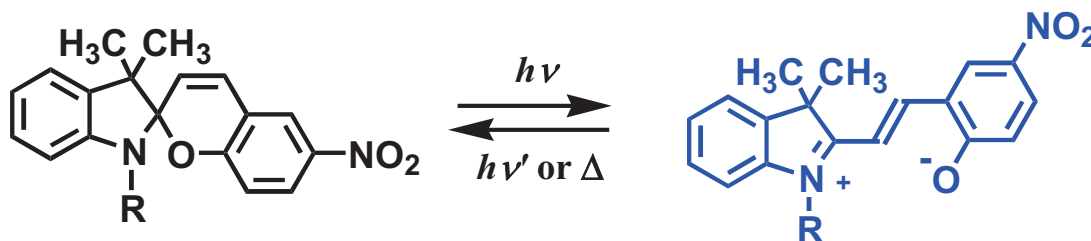
典型的なフotokロミック化合物

T-type

アゾベンゼン

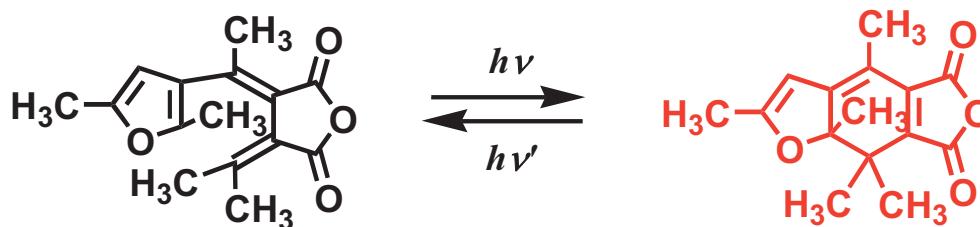


スピロピラン

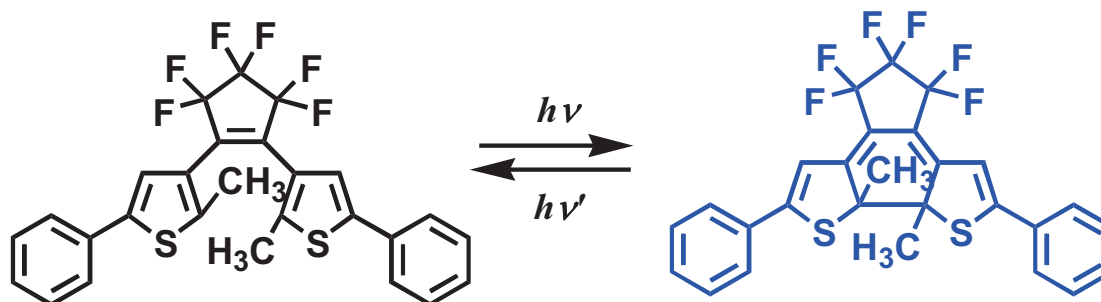


P-type

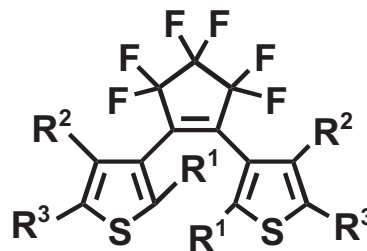
フルギド



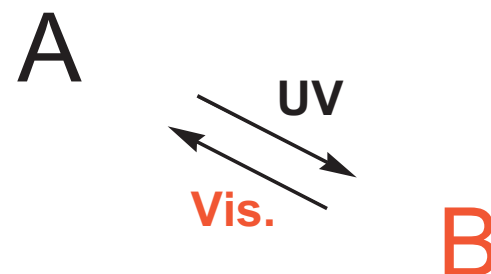
ジアリールエテン



ジアリールエテンの特徴



- 熱安定性
- 繰り返し耐久性: $> 10^4$ times
- 高感度: $\epsilon > 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$
- 速い応答速度: $\sim 10 \text{ ps}$
- さまざまな温度で応答
- さまざまな状態で応答



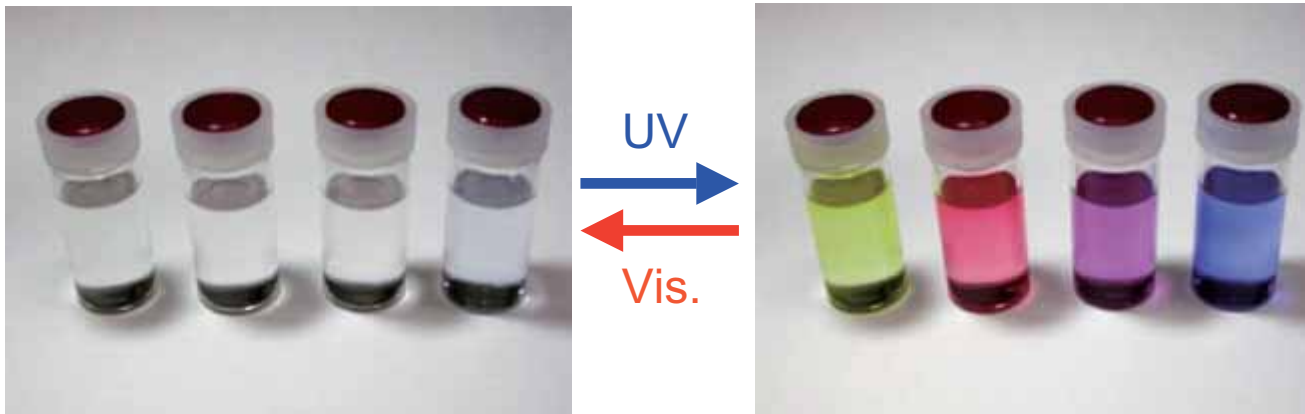
溶液中

ポリマー媒体中

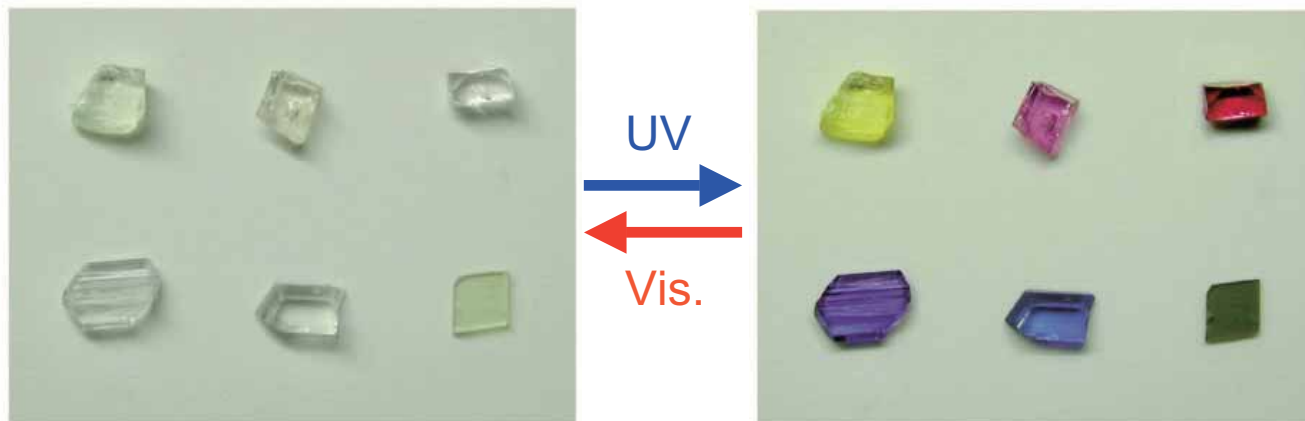
結晶状態

ジアリールエテンのフォトクロミズム

溶液中でのフォトクロミズム



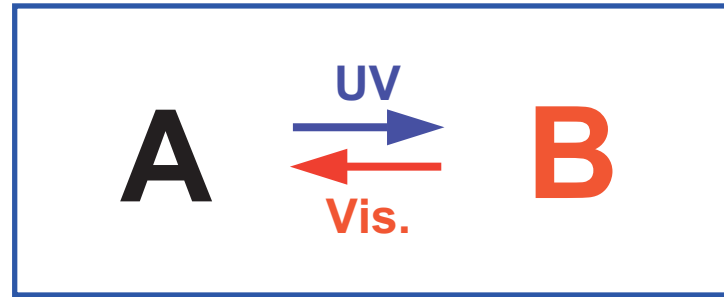
単結晶状態でのフォトクロミズム



ポリマーフィルムへの光プリント



フोटクロミック化合物の応用



分子の構造変化

発色・消色

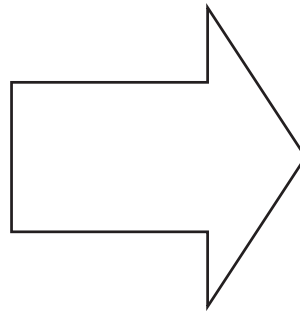
色変化

屈折率変化

導電率変化

磁性変化

分子物性変化



バルク固体材料の伸縮・屈曲

調光材料、記録メディア

フルカラー記録・表示

導波路

電気スイッチ

磁気記録カード

バイオセンサー

フォトクロミック化合物の応用例

調光材料として

サングラス

色変化を利用して

ゴルフボール、携帯用ストラップ、T-シャツ、腕時計の文字盤

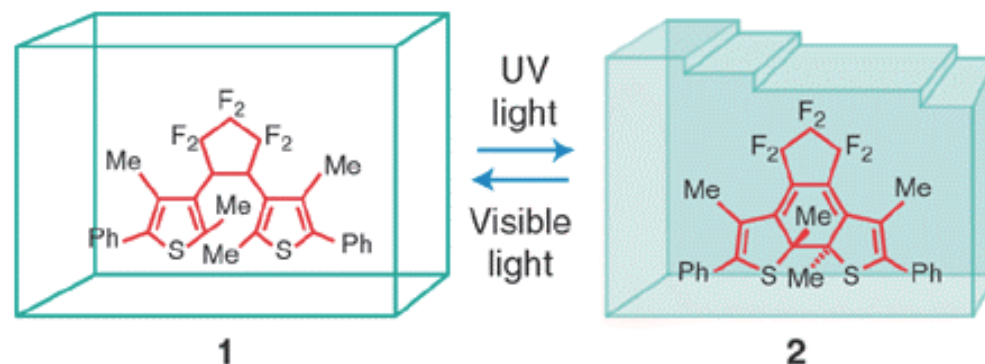
メモリー材料として（企業研究段階）

次世代大容量記録

フルカラー表示（企業研究段階）

フルカラーリライタブルペーパー

1. 光で伸縮・屈曲する有機結晶材料

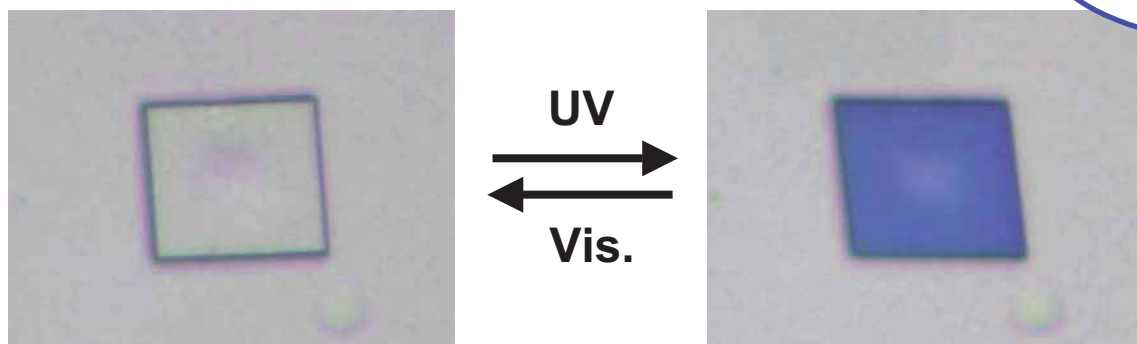


M. Irie, S. Kobatake, M. Horichi, *Science*, **291**, 1769 (2001).

Highlight: J. R. Scheffer, C. Scott, *Science*, **291**, 1712 (2001).

化学, **56(11)**, 19 (2001); 日本結晶学会誌, **44**, 61 (2002) など

微小な結晶で
はじめて明らかに



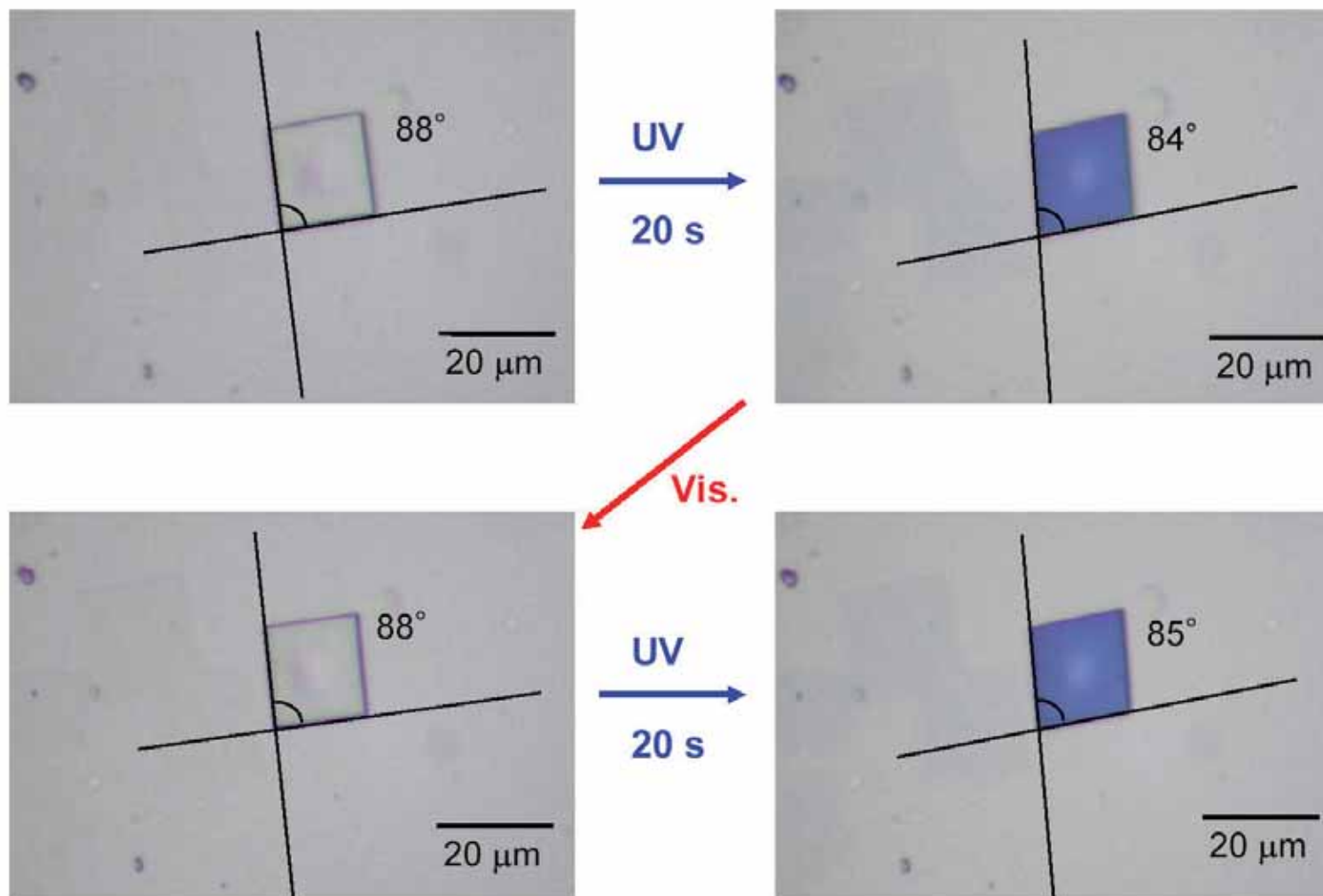
S. Kobatake, S. Takami, H. Muto, T. Ishikawa, M. Irie, *Nature*, **446**, 778 (2007).

Highlight: J. M. McBride, *Nature*, 446, 736 (2007).

化学, **63(2)**, 32 (2008); 化学と工業, **61**, 506 (2008); 光化学, **39(2)**, 72 (2008)

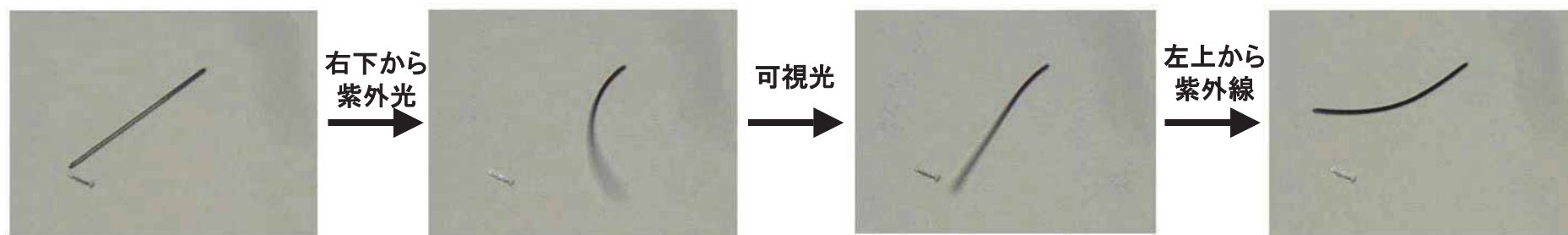
朝日新聞、産経新聞、日経産業新聞、日刊工業新聞、The New York Times など

光誘起可逆な結晶形状変化



光可逆な分子構造変化にもとづき、結晶バルクの形状が変化した最初の例

光誘起可逆な屈曲挙動

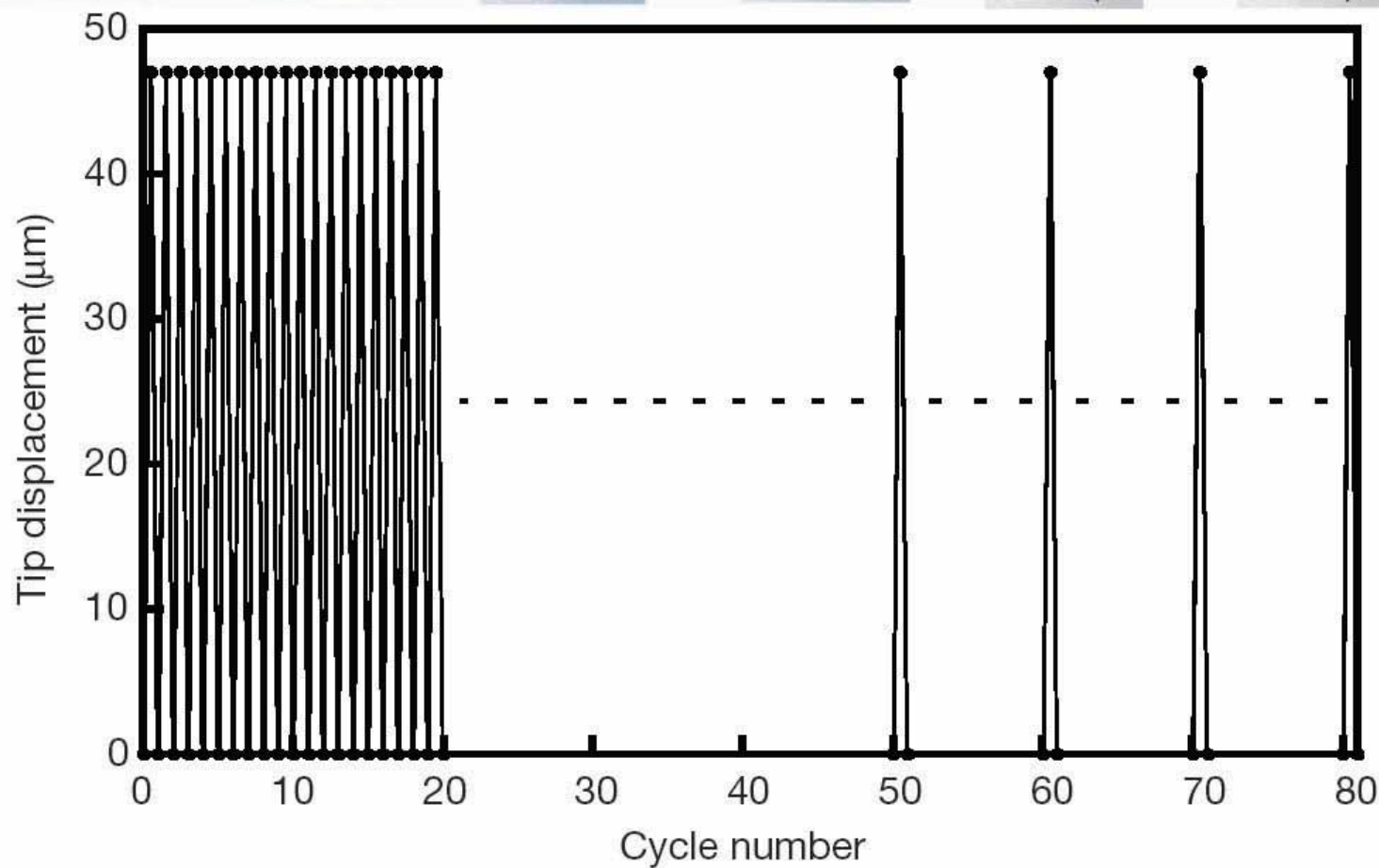
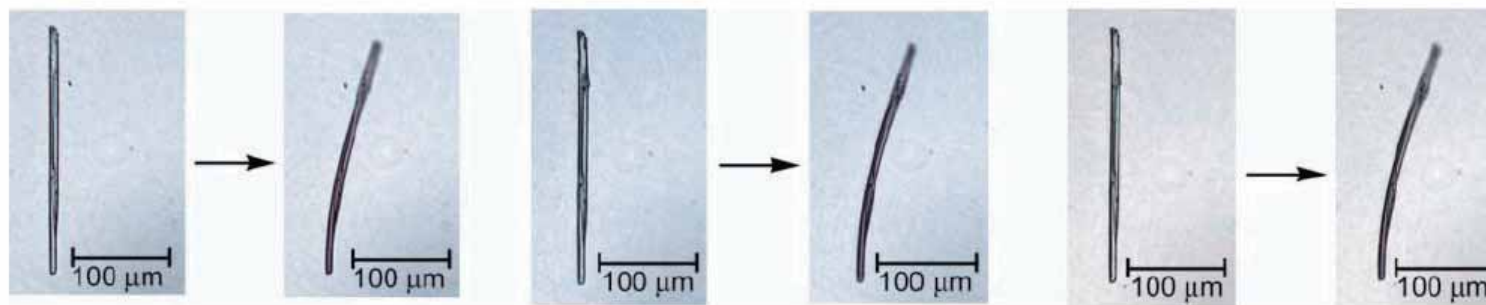


紫外光照射方向に向かって棒状結晶が屈曲する



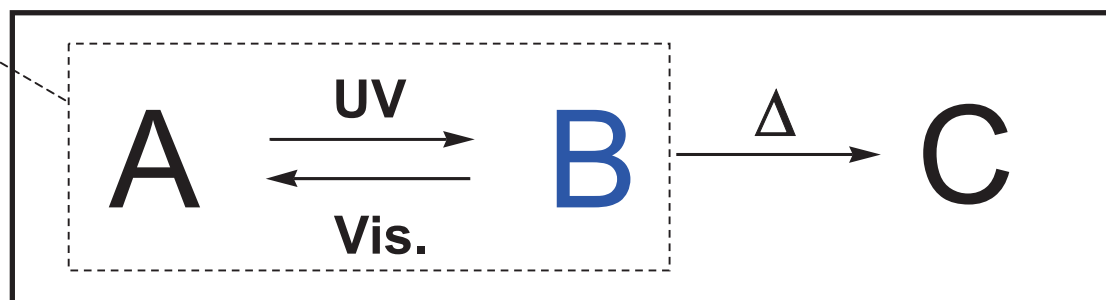
紫外光によって棒状結晶が屈曲し、シリカ粒子(直径 $50\mu\text{m}$)をはじき飛ばす様子

屈曲の繰り返し耐久性



2. 秘匿情報記録・表示材料とそのシステム

フォトクロミックシステム



新材料開発によって
生まれた新システム

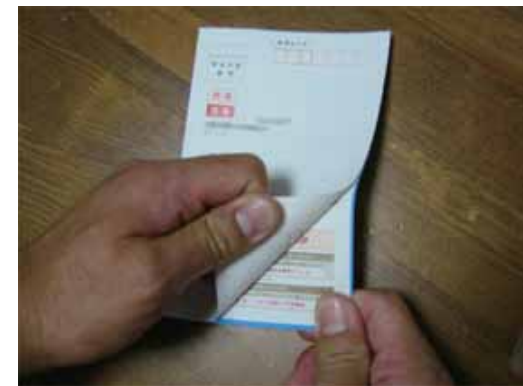
新たに開発した**フォトクロミック材料**は、紫外線照射により発色し、加熱すると不可逆的に無色化され、再び紫外線照射しても発色しないものであり、秘匿情報の記録と読み出しを光と熱を利用して行うことができる**シークレット材料**に応用可能である。また、記録情報が不要となった時には、記録媒体を加熱すると情報を完全消去できる。

従来の秘匿方法との違い

- ・日常必要なく、特別な時のみ表示
- ・極秘情報の保存
- ・偽造防止(カード、紙幣)



蛍光読出しによる秘匿

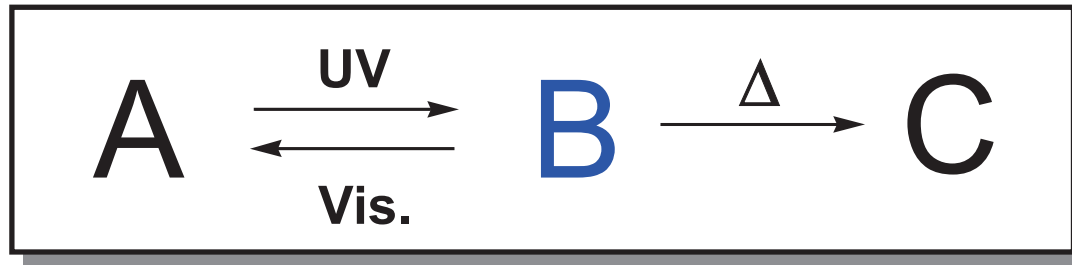


圧着紙を利用した秘匿

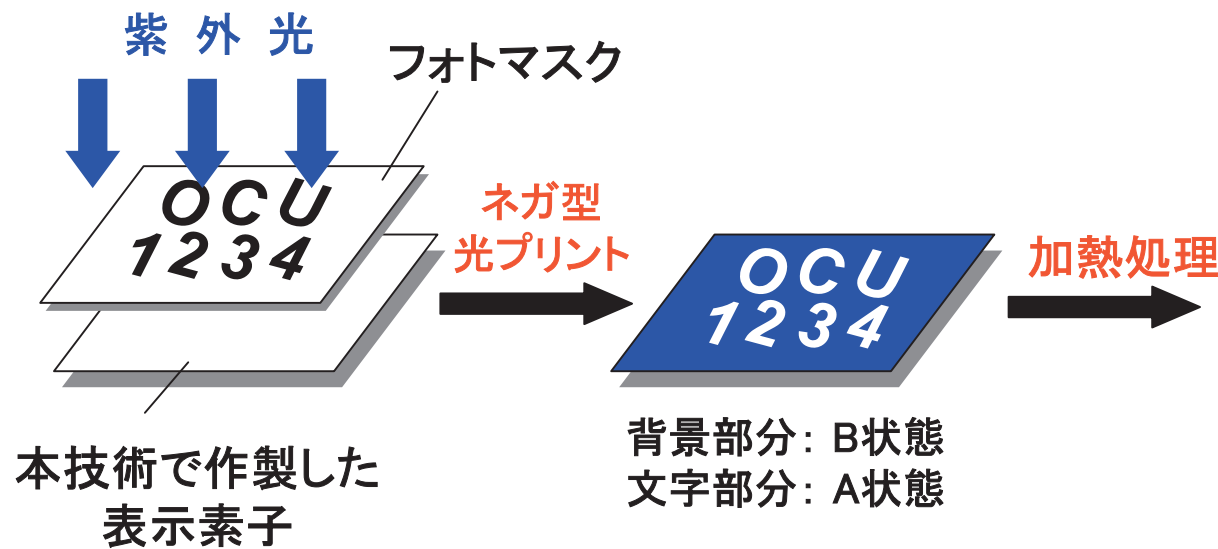
従来の秘匿技術は、印刷物にシールや圧着紙を利用して他の者が読めないようにしている。

本技術は、印刷自身を光と熱を用いて行い、**高速かつ容易に**、情報の秘匿が可能であり、秘匿シールを必要としない。秘匿情報は何度も読み出しが可能であり、不要になった時には加熱により**完全消去できる**。

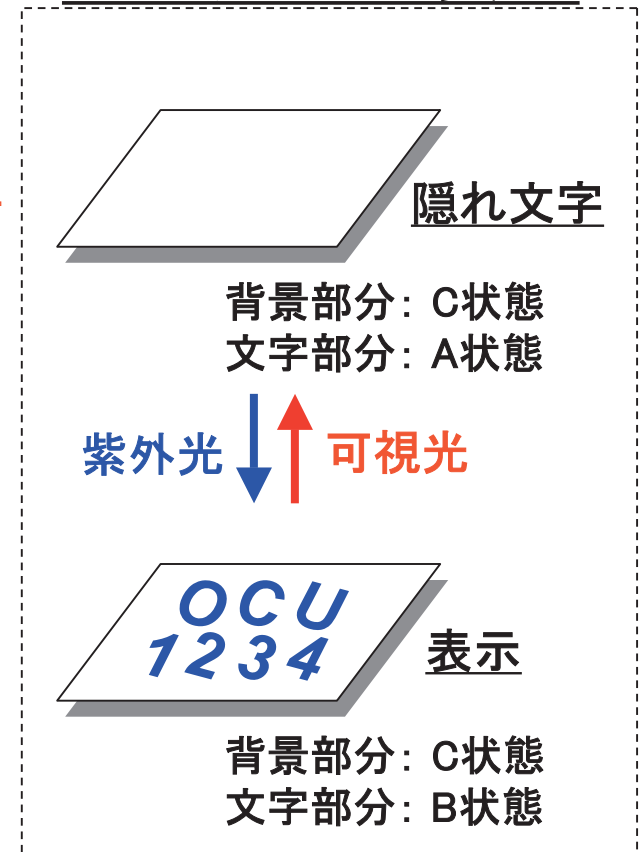
本技術システム例(1)



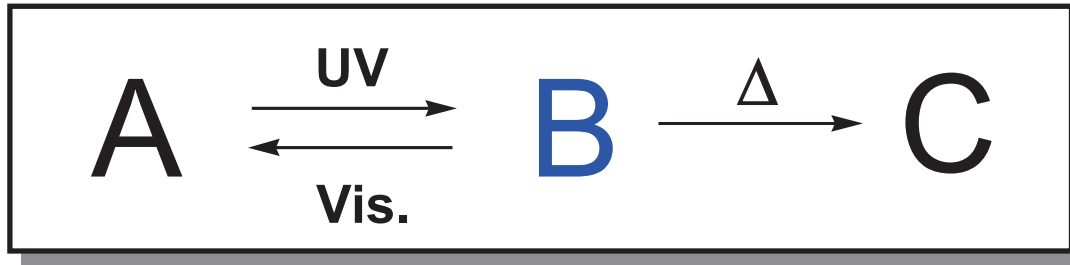
光プリント方式



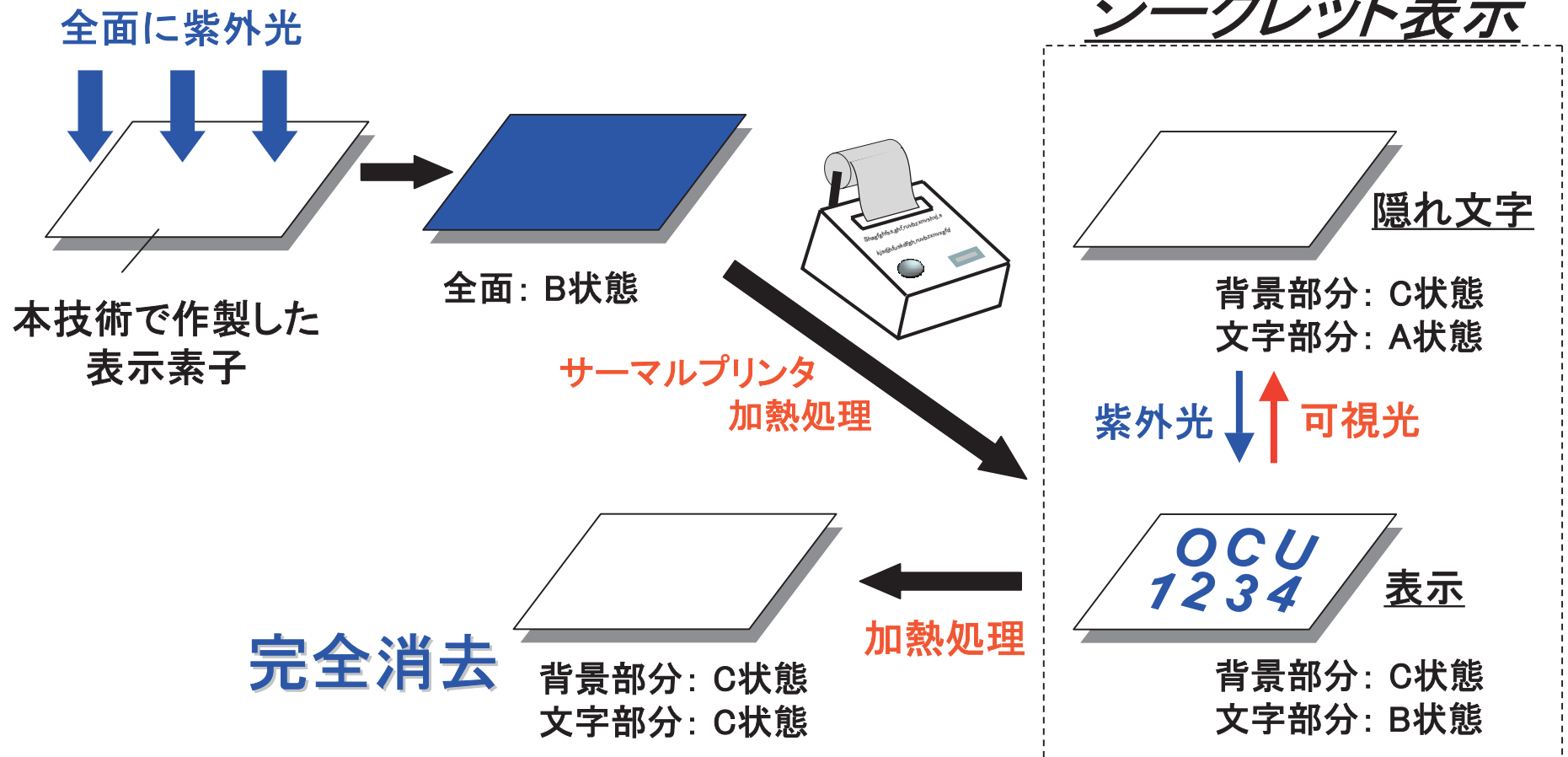
シークレット表示



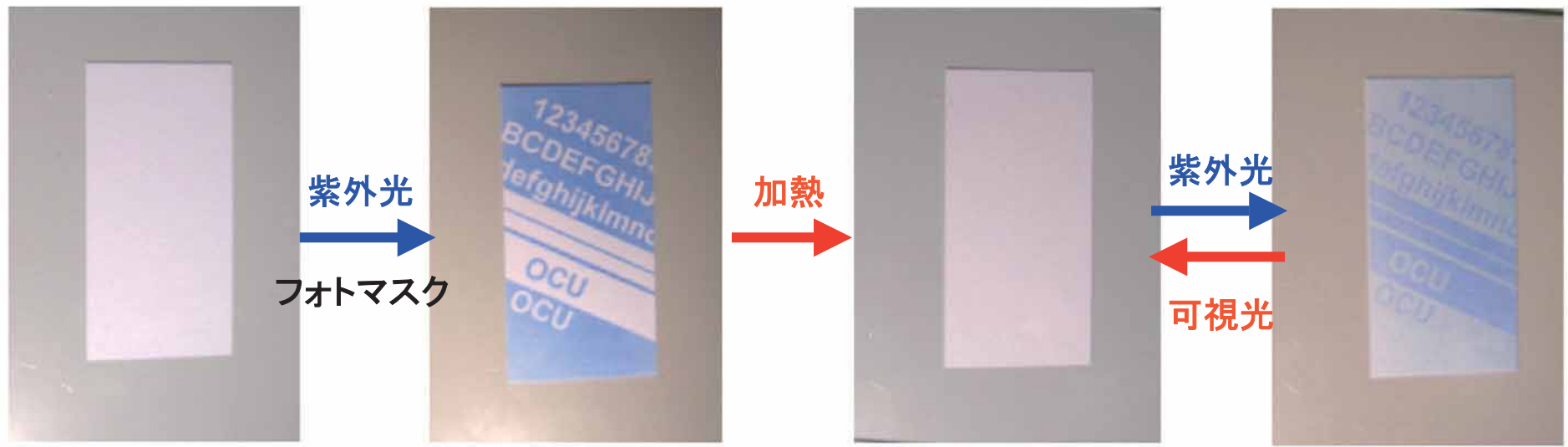
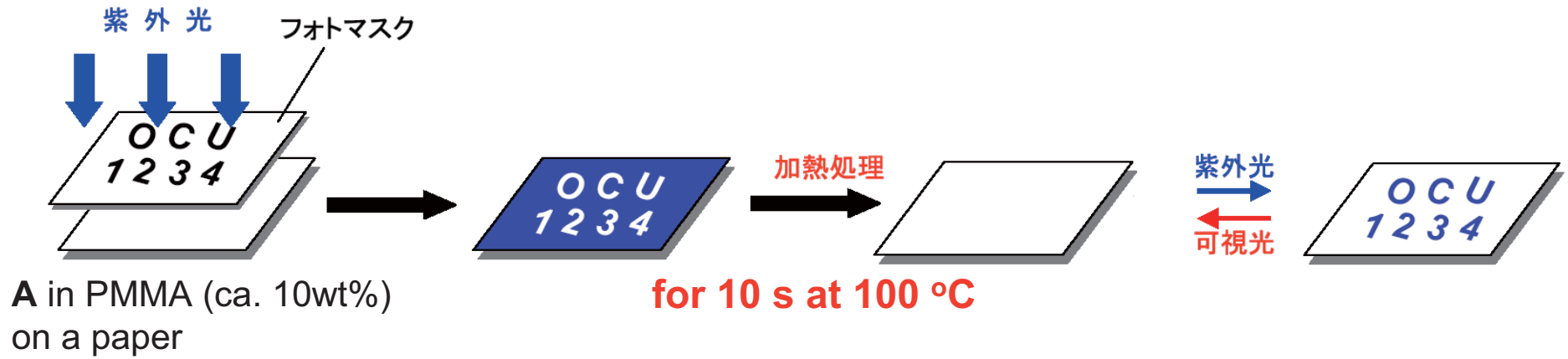
本技術システム例(2)



感熱方式



実験例



3. フォトクロミック材料を用いた 低温温度履歴表示方法



輸送中の温度管理が必要

概要

温度管理が必要な食品等に貼付し、**温度上昇の管理**が可能なインジケータを提供する。通常は常温保管が可能であり、使用する際に使用環境で紫外光照射によってセンサーが起動し、温度監視がスタートする。材料を変えることによって、**さまざまな温度での監視**が可能である。異常があったときには、目視で確認できる。温度上昇後に、再び規定温度内に下がっても、元の状態に戻らない。

本製品の特徴

1. 紫外光を照射すると温度監視センサーがスタートする。
2. ある特定の温度を超えるとパターンが変わり、異常があったことを目視できる。
3. パターンは不可逆であり、元に戻らない。
4. 一定の処理により、再利用が可能である。
5. 使用しないときには、常温保存が可能である。

想定される用途

- MEMSやNEMSの部品の一部として
- 個人情報保護を目的とした印刷物やラベル
- 偽造防止ラベル
- 低温運搬用温度センサー

想定される業界

印刷業界、製紙業界、ラベル製造業界、記録紙製造業界、
機械製造業界、超精密・微細加工技術、ナノテク・バイオ

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称: マイクロファイバーおよびその製造方法
- 出願番号: 特願2006-332757
- 出願人: 小島誠也
- 発明者: 小島誠也

- 発明の名称: ジチエニルシクロペンテン系化合物、ジチエニルシクロペンテンを有するスチレンポリマー、フォトクロミック材料および光機能素子
- 出願番号: PCT/JP2007/54868
- 出願人: 財団法人 大阪産業振興機構
- 発明者: 小島誠也

- 発明の名称: 温度履歴表示材
- 出願番号: 特願2007-302436
- 出願人: 公立大学法人 大阪市立大学
- 発明者: 小島誠也

実用化に向けた課題

- 材料としての性能をさらに向上させる必要があるが、用途に合わせて性能目標を決める必要がある。
- 実用化に向けた問題点を探る必要があり、企業とのマッチングを希望している。

企業への期待

- 実用化を進める中での用途、利用方法および問題点の抽出
- 実用化に向けての企業の支援
- 企業とのマッチングおよび共同開発が必要

お問い合わせ先

大阪市立大学 新産業創生研究センター

コーディネーター 渡辺敏郎

TEL 06-6605-3469

FAX 06-6605-6499

e-mail watanabt@ado.osaka-cu.ac.jp