

共鳴ラマン散乱を利用した非接触型鑑識イメージング装置 Portable fingerprint imaging system based on resonance Raman scattering technique

阿保 真, 長澤親生
Makoto Abo and Chikao Nagasawa

首都大学東京・システムデザイン研究科
Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

Abstract

We propose a new portable fingerprint imaging system based on resonance Raman scattering technique. The system consists of a compact UV laser based on the Quasi Phase Matching (QPM) technique and a high efficient UV CCD imager. The UV laser is tuned to 200-300 nm, which is absorption band of an amino acid. We can observe strong resonance Raman scattering from the amino acid originated in the fingerprint and easily get images of fingerprint. We present schematics and results of feasibility study on this system.

1. はじめに

犯罪現場等において、目に見えない指紋等の痕跡を非接触・非破壊で検知するための手段として、光技術を応用した装置が求められている。さらに装置の可搬性が高められれば、捜査時間の短縮による検挙率の向上など、安全・安心な社会実現に大きく寄与すると考えられる。従来見えない指紋の検出には粉末法、噴霧法、液体法等が用いられている [1]。これらの顕在化方法は指紋として残っている塩化ナトリウム、カルシウムなどの無機成分、乳酸、アミノ酸、尿素などの有機成分、そして脂肪分などの成分を、薬品を使用し化学反応によって視認させるものである。

光学的手法としては、レーザ法と蛍光法がある。レーザ法は特殊試薬を用いて、レーザ光を照射し、黄色に呈色した後、指紋を検出する方法である。これは指紋を損傷するという欠点がある。紫外光を照射したとき対象物が発生する蛍光を画像化する装置（例：SIRCHIE 社製 RUVIS）では、蛍光はヒト由来のアミノ酸のみならず、指紋が付着した媒体の塗料等の有機物からも発生するため、付着状況によっては、背景との分離が困難な場合がある。また、研究段階では、シアノアクリルレートを用いた揮発性蛍光潜在指紋検出法がある。この場合でも、指紋を損傷する恐れがある。

共鳴ラマン分光法自体はたんぱく質の同定法として広く研究が行われているものの、指紋検出に適用した例はない。そこで、超高感度・非接触・非破壊で指紋等をイメージングできる装置として、ヒト由来のアミノ酸の共鳴ラマン散乱を用いた画像可視化システムを提案する。

2. 共鳴ラマン散乱

物質を光学的に特定する方法として、ラマン分光法があり、大気ライダーはもとより生物／化学分析分野で広く用いられているが、散乱強度が弱いという大きな問題があった。これに対し、分子の電子遷移吸収帯に一致する（又は近づけた）波長の光を利用した共鳴ラマン法は、各種たんぱく質の選択的／高感度な検出／解析法であることが知られている。更に、共鳴ラマン散乱は、励起レーザの波長を分子の吸収帯に合わせると散乱効率が大きく向上する事が知られている [2]。しかし、この方法を鑑識資料の非破壊・非接触な測定法として適用した例は見当たらない。

そこで、我々は指紋に含まれるアミノ酸の吸収波長（200～300nm）に合わせたレーザ光と、紫外光に感度の高い CCD を用いて、共鳴ラマン散乱光を選択的にイメージングすることにより、超高感度・非接触・非破壊の指紋等イメージング装置を提案する。

3. 共鳴ラマンイメージング装置

共鳴ラマンイメージング装置は、主にレーザー光発生部と二次元検出器を含む受光系から構成される。また可搬性を高めるためには特に小型／低電力化が重要になる。紫外レーザーについては、我々がCO₂DIALで実用化している擬似位相整合分極反転デバイスを用いた高効率の和周波生成法により全固体で実現可能である。二次元紫外検出器は、近年紫外用の CCD 素子の開発が進んでおり、これらを利用したシステムが構築可能であるが、冷却機構を含めた総合的システムの検討が必要である。Fig1 に共鳴ラマンイメージング装置の概略図を示す。蛍光イメージング装置とシステムは類似しているが、レーザー波長を分子の吸収帯に合わせるところが大きく異なる。

また、共鳴ラマン散乱で取得した指紋に関するデータは必ずしも平面状の物体の上にあるわけではない、そこでアクティブセンサーやステレオ立体視法を利用し、指紋が付着した媒体の形状を推定し、等倍二次元画像を得る手法も検討が必要である。

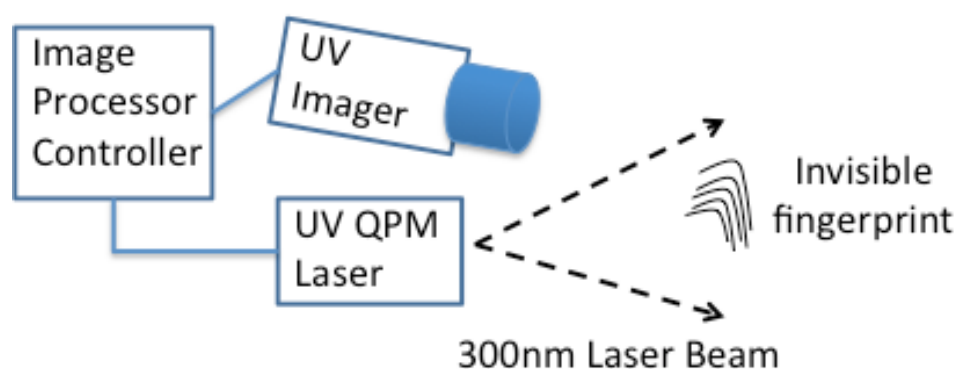


Fig.1 Schematics of portable fingerprint imaging system based on resonance Raman scattering technique.

4. おわりに

超高感度・非接触・非破壊で指紋等をイメージングできる装置として、ヒト由来のアミノ酸の共鳴ラマン散乱を用いたイメージングシステムを提案した。レーザー光発生部、CCDを用いる検出器とも実用化の技術開発が進められているため、既製品をうまく利用すれば従来の蛍光画像化装置と同レベルのコストでシステムの構築が可能になると考えられる。また運用コストは特別なオペレータを必要とせず、簡単な安全／操作講習のみで利用でき、メンテナンスも可動部を無くしメンテナンスフリーの装置を目指す。

参考文献

- [1] 山崎昭監修、最新科学捜査がわかる本，イーストプレス，2010.
- [2] 北川禎三他，ラマン分光入門，化学同人，1988.