

テラヘルツ波を用いた 塗装膜モニタリング技術 (THzペイントメーター)

大阪大学大学院基礎工学研究科
安井武史、安田敬史、荒木勉

http://sml.me.es.osaka-u.ac.jp/
E-mail: t-yasui@me.es.osaka-u.ac.jp

日本塗装技術協会総会・特別講演
@2009/5/27工学院大学

アウトライン

- (1) イントロダクション
- (2) 点計測型THz塗膜計
- (3) 実時間2次元THz塗膜計
- (4) まとめ

(1) イントロダクション

基幹技術 10大戦略

読賣新聞

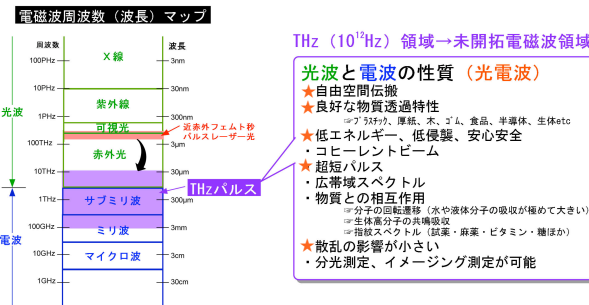
世界最高のスパコンやナノテク装置



基幹技術 10大戦略

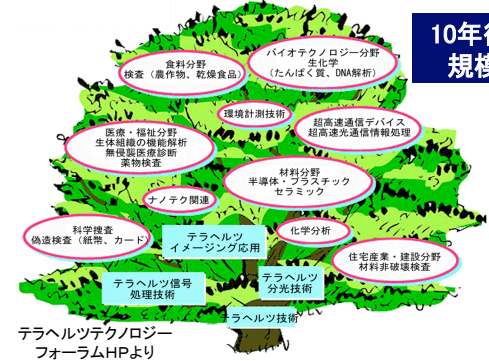
- | | | |
|---|------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 電磁波の「テラヘルツ波」による計測・分析技術 | テラヘルツ波の透過性を生かした病理組織診断、郵便物内の麻薬・爆薬の識別 |
|---|------------------------|-------------------------------------|

テラヘルツ波とは？



テラヘルツ・テクノロジー

10年後の市場
規模2兆円



(2) 点計測型THz塗膜計

断層イメージング

非破壊検査(内部構造)

例)工業製品
生体ほか

X線

- ・良好な物質透過特性
- ・透過イメージング、CT
- ・高い侵襲性

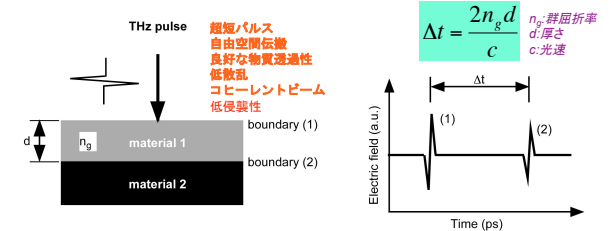
超音波

- ・良好な物質透過特性
- ・パルス特性
- ・断層イメージング
- ・接触測定

OCT

- ・非接触リモート
- ・低侵襲
- ・パルス特性
- ・断層イメージング
- ・表面近傍のみ

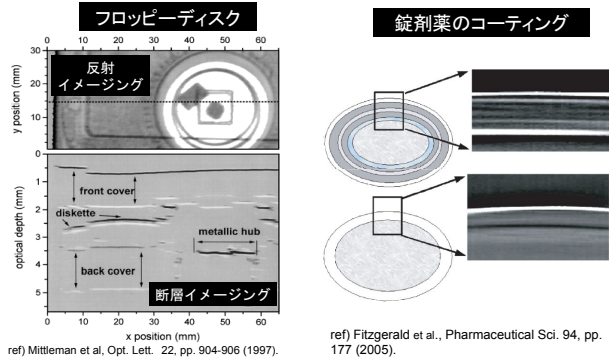
THzトモグラフィー(THz断層イメージング)



THzトモグラフィー

非接触リモート、非侵襲、深部プローブ

応用計測例



テラヘルツ塗装膜計測(THz paintmeter)

塗装膜@工業製品 (自動車ボディ他)
①素地 (下地) の防錆・防錆・色彩効果

塗装膜の品質管理

要求される性能	電磁誘導法	超音波	ウェットゲージ
非接触	○	○	○
非接触・インプロセス測定	×	×	×
膜状態・ウェット膜及びドライ膜	△ (ドライ膜)	△ (ドライ膜)	△ (ウェット膜)
膜厚: 単層膜および多層膜	×	○	△ (単層膜)
膜厚分析	×	×	×
素地: 金属及び非金属	×	○	×
測定精度: ±0.5 μm	○	△	×

汎用膜厚計 超音波膜厚計 ウェットゲージ

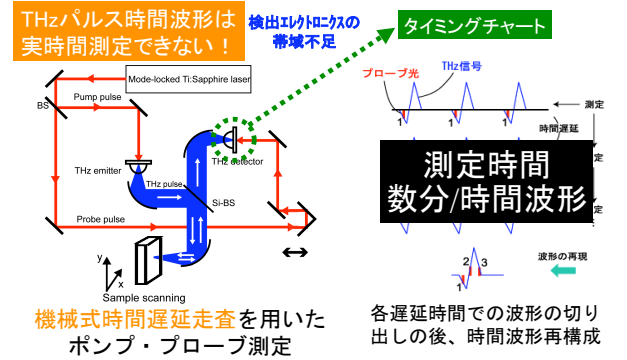
万能型塗装膜測定法 (装置規模: 大)
①次世代のリアルタイム膜厚制御型塗装技術を支援
例) 自動車業者@高付加価値ニーズ

テラヘルツ電磁波パルスの利用

- 低散乱性→カラー・メタリック塗装
- 自由空間伝搬→非接触リモート
- ウェット膜
- インプロセス計測
- 時間軸の利用→膜厚測定
- 多層膜
- イメージング→膜厚ムラ分布
- 結像光学系→空間分解能mm
- 分光測定→塗膜品質 (乾燥状態他)

光学的手法 ×

点走査型THzトモグラフィー装置



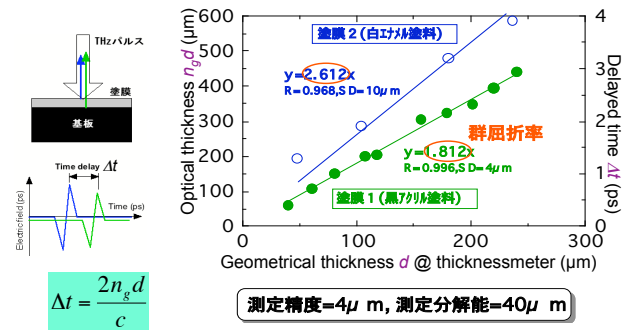
各種塗装膜の計測

Sample	Resin	Pigment	THz paintmeter		OCT	
			Applicability	n_g	Applicability	
A	acryl/melamine	none	yes	1.50	yes	yes
B		mica	yes	1.66	yes	yes
C	polyester/melamine	Al flake	yes	3.61	no	no
D		titanium oxide	yes	2.01	no	no
E			yes	2.02	no	no

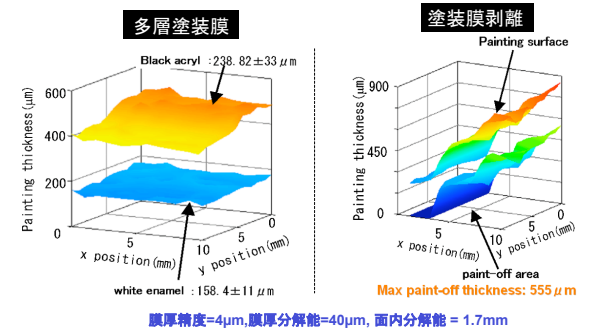
サンプル提供: マツダ自動車

自動車塗料 (メタリック含む) にも応用可能

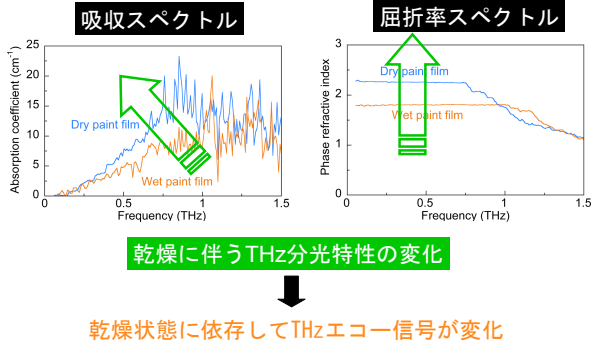
膜厚測定



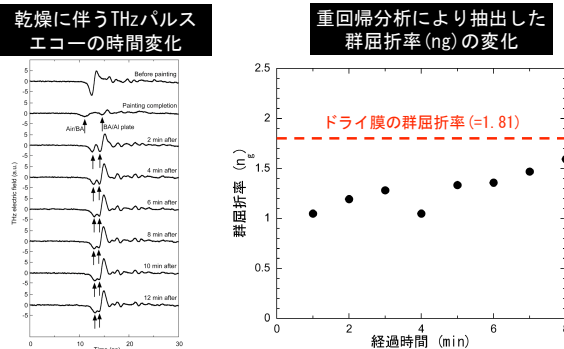
膜厚ムラ計測



塗装膜のTHz分光特性

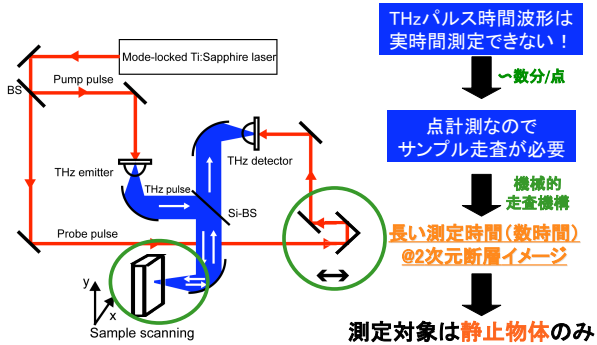


乾燥状態モニタリング



(3) 実時間2次元 THz塗膜計

従来のTHzトモグラフィーの問題点



2次元THzトモグラフィーの実時間化

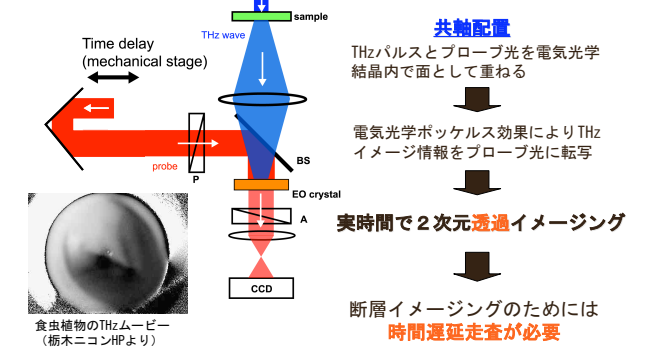
動体サンプルにも適用可能
様々な応用計測への展開

例) ライン工業製品の非破壊検査、皮膚診断ほか

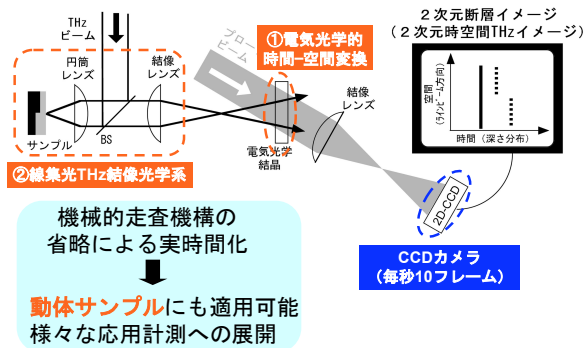
機械的走査機構 (時間遅延、
サンプル位置移動) を省略

実時間2次元THz透過イメージング

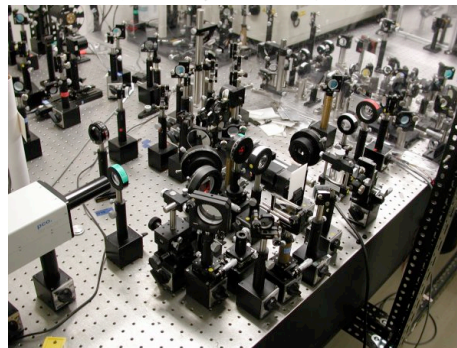
ref) Q. Wu et al, APL 69, pp.1026-1028 (1996).



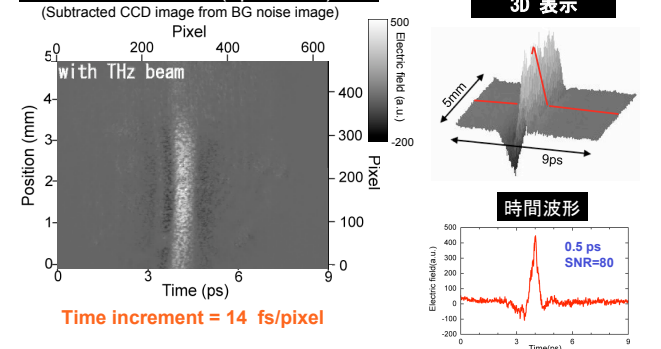
実時間2次元THzトモグラフィー



実験装置写真

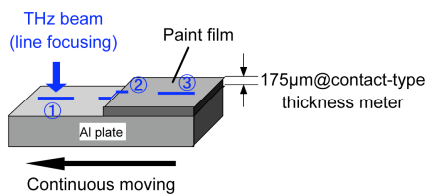


金属ミラー表面の2次元時空間THzムービー (9ps×5mm)

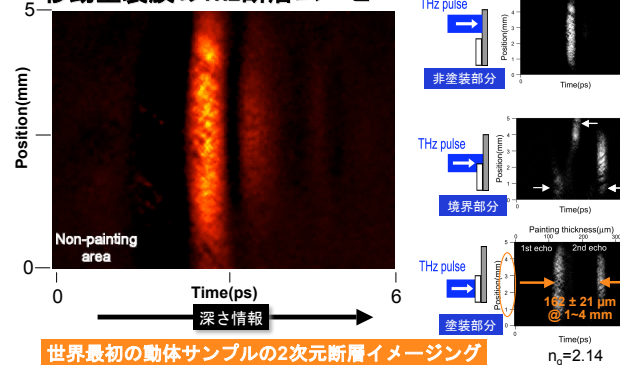


移動塗装膜の実時間断層イメージング

- アルミ板の右半分に塗装膜(平均膜厚175μm)を作成
- 塗装膜を連続移動@ 秒速5 mm

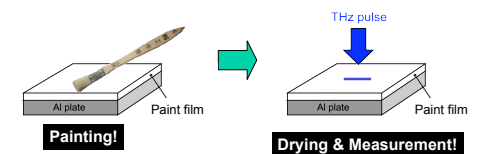


移動塗装膜のTHz断層ムービー



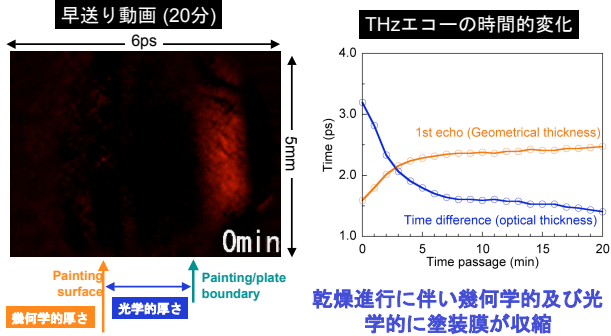
ウェット塗装膜の実時間THzトモグラフィー ~乾燥状態のモニタリング~

サンプル: 速乾性塗装膜



測定結果

〜乾燥過程におけるTHz断層ムービー〜



まとめ

(1) 点計測型THz塗膜計

- ・膜厚分解能=40 μ m、面内分解能=1.7mm
- ・膜厚ムラ、塗膜剥離
- ・乾燥状態モニタリング

(2) 実時間2次元THz塗膜計

- ・リアルタイム化
- ・動体計測
- ・乾燥プロセスモニタリング