

# 大気圧ライン状高温プラズマ 源による表面処理・改質技術

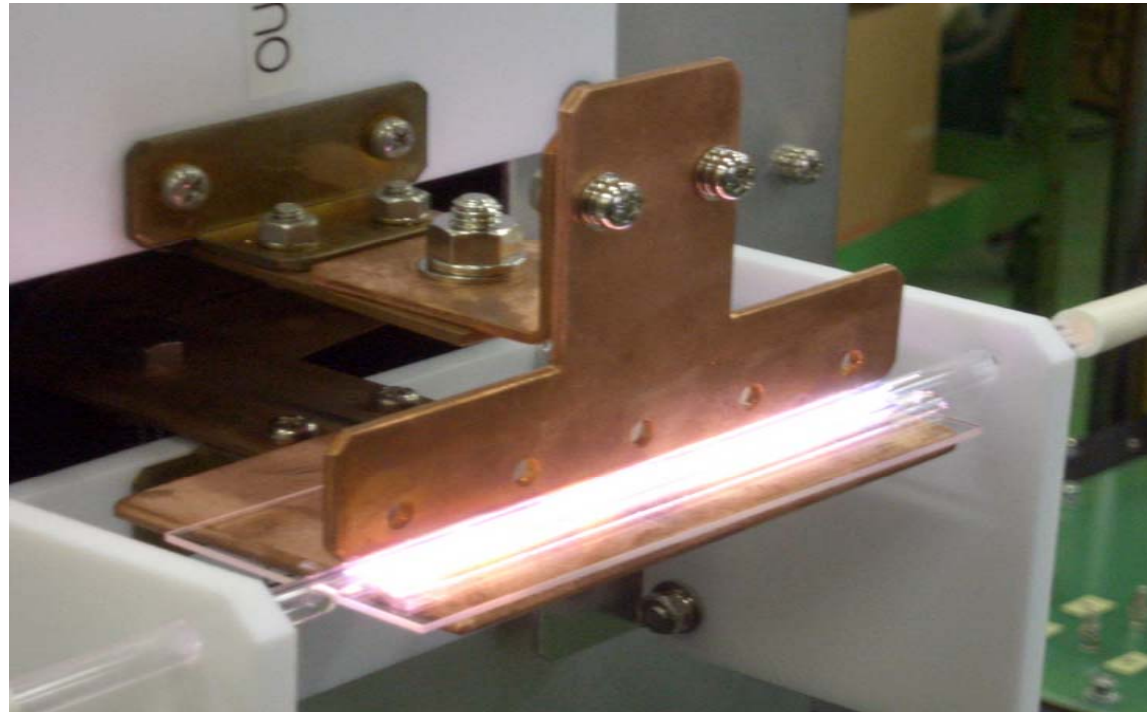
埼玉大学大学院理工学研究科

白井 肇

- 1) 大気圧ライン状高温プラズマ源技術
- 2) 従来技術との比較・特徴
- 3) その特徴
- 4) その用途

# 大気圧ライン状高温プラズマ源 による表面処理技術

表面温度：  $> 1000^{\circ}\text{C}$

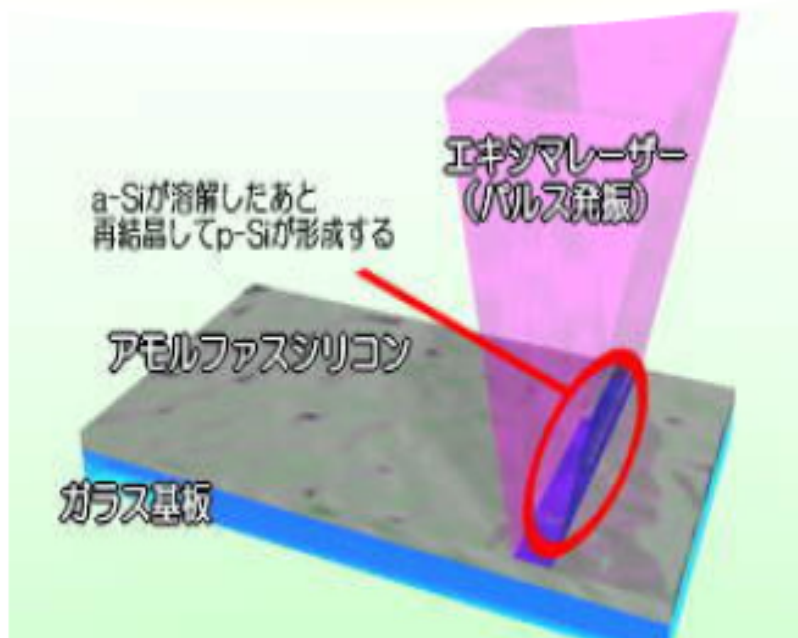


例えばSiの結晶化では  $> 1200^{\circ}\text{C}$  を必要とする。

# 従来のシリコン膜結晶化技術

## エキシマレーザー結晶化 (ELA)

● 従来技術: エキシマレーザー結晶化



### TFT性能

◎結晶粒径: 150-300nm

◎移動度: 150-300cm<sup>2</sup>/Vs

閾値電圧:  $V_{th}$ : 1-2V

### レーザーの安定性

脱水素化(a-Si:H)

結晶粒界での凹凸

### 課題:

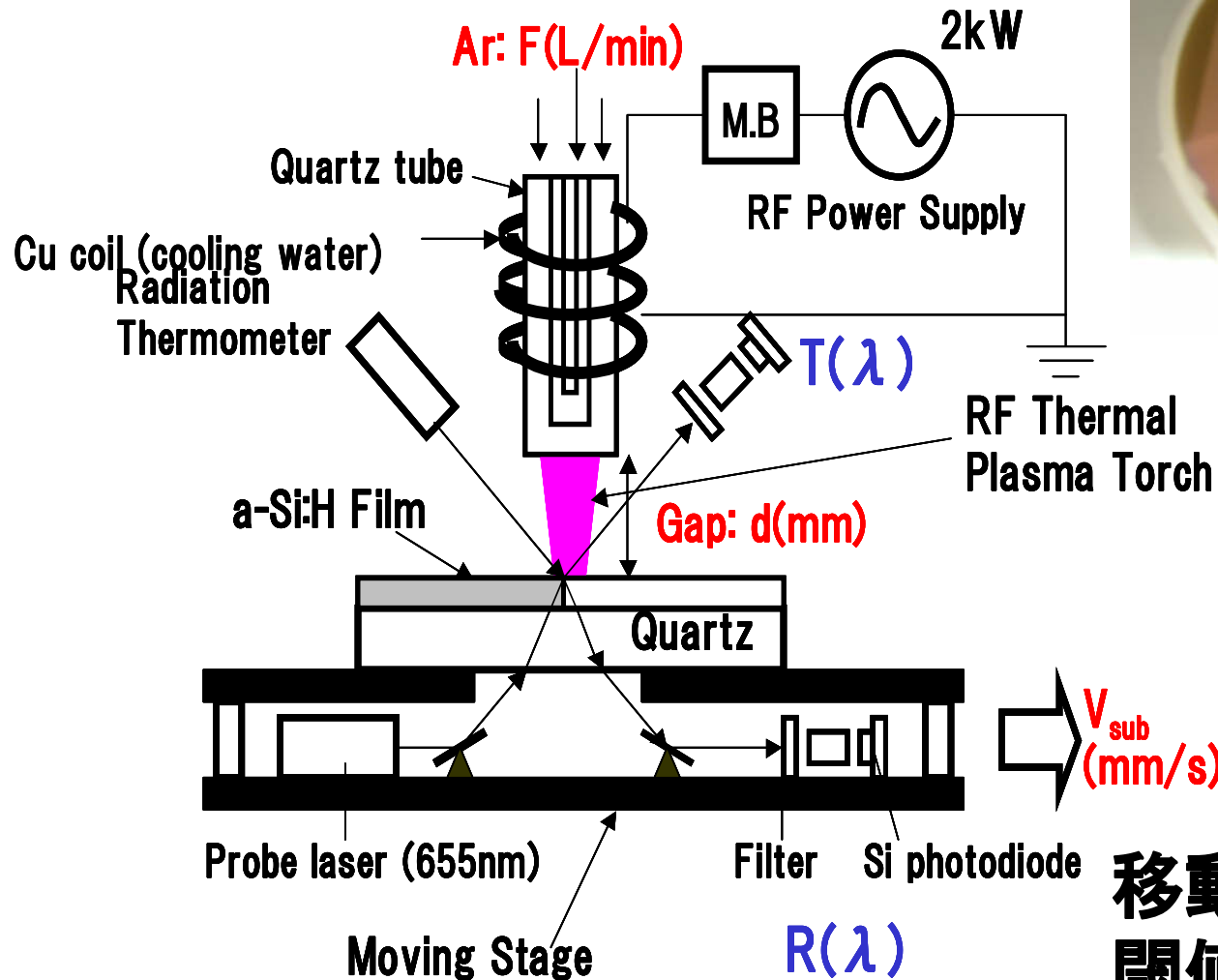
- ・装置価格が高い (エキシマレーザー)
- ・ランニングコストが高い (ハロゲンガスによる消耗)
- ・プロセスウインドウが狭い (ナノ秒溶融・結晶化)



(b) 断面

# 薄膜トランジスタ用低温poly-Si 製造技術への応用

## 従来技術：熱フラスマトーチ

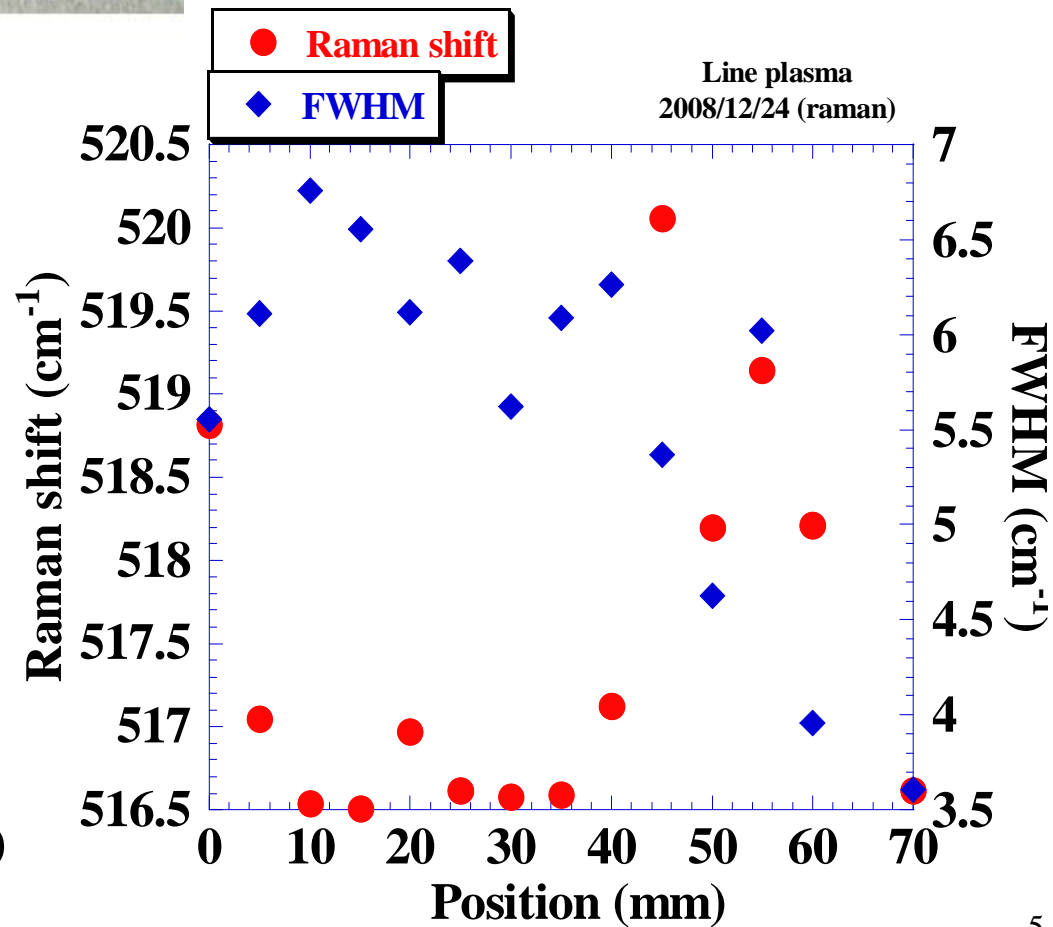
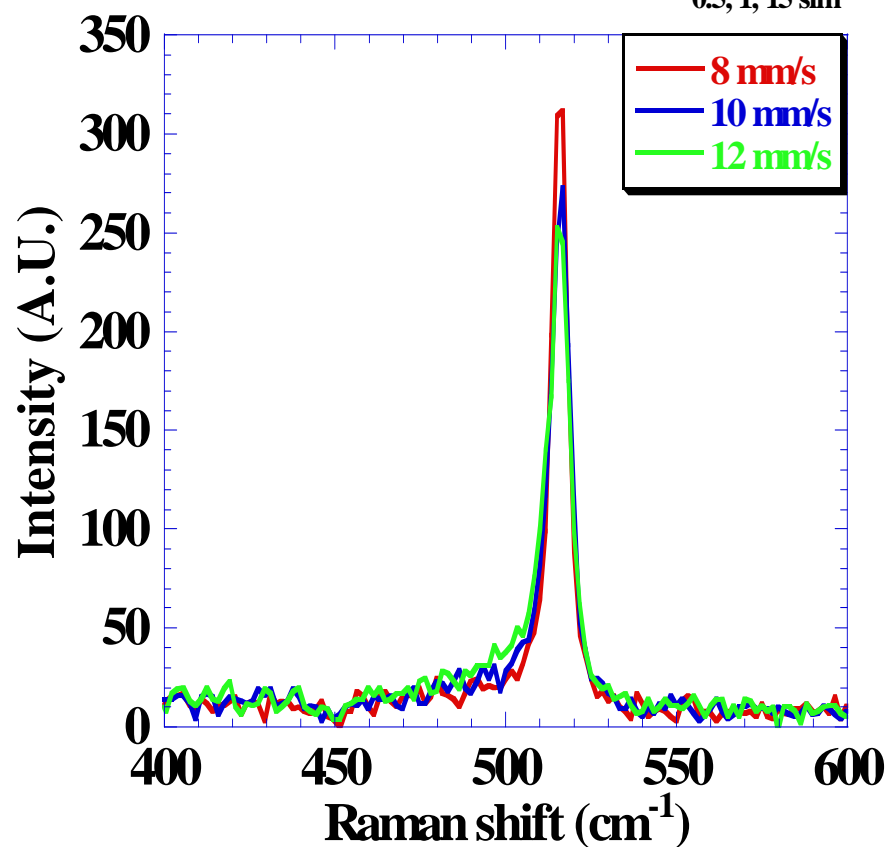


移動度:  $53\text{cm}^2/\text{Vs}$   
閾値電圧:  $V_{th}: 3.1-3.5\text{V}$

# ライン状の結晶化領域の分布

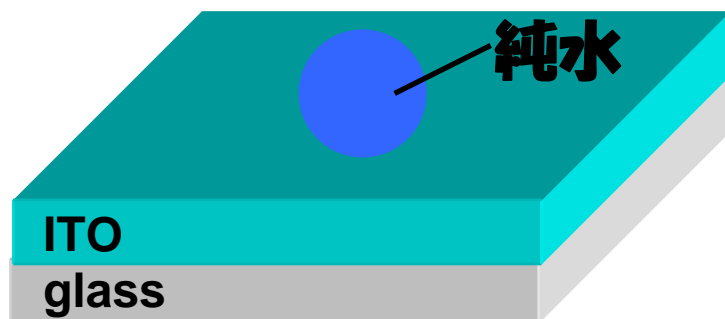


プラズマ照射：1分



# 従来のフラスマ洗浄技術

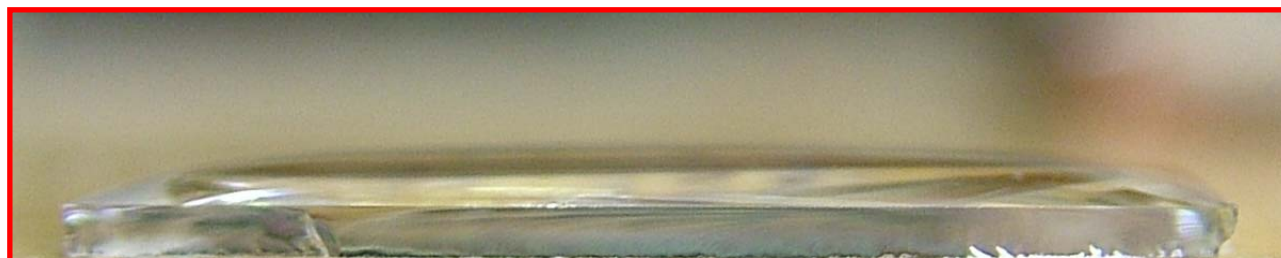
## 低温フラスマ



フラスマ処理前



フラスマ処理後



# 従来技術とその問題点

既に実用化されているものには、大気圧プラズマによる基板洗浄があるが、プラズマ特性に起因して**ガス温度が低く**、応用が**洗浄技術、バイオ・環境系**に限定されている。さらにプラズマジェット方式であることから面内均一性の問題があり、**大面積化**に広く利用されるまでには至っていない。

**ガス温度が広い範囲で制御可能な  
大気圧プラズマ源：局所から大面積**

# 従来技術との比較

## プラズマの良さ

	装置コスト	ランニングコスト	TFT性能 (移動度: $\text{cm}^2/\text{Vs}$ )	TAT (G4)
ライン状プラズマ源	数千万 (極めて安価)	<1千万 (極めて安価)	10-50	~10min
ELA	2-3億	数千万	150-300	~5min
プラズマCVD	1億	数千万	0.5-3	>1hr



# 新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった対象材料の表面近傍へライン状プラズマの生成に成功した。
- 従来はプラズマジェットの利用の点で**アークまたはトーチ(熱プラズマ)**の使用に限られていたが、ライン状に高温プラズマ生成が可能になったため、大面積の処理が可能となった。
- 本技術の適用により、高温プラズマが大気圧でライン状に生成できるため、例えばa-Siの結晶化への応用では、**トーチに比較してタクトタイムが1/2～1/3程度まで削減されることが期待される。**

# 想定される用途

- 本技術の特徴を生かすためには、結晶化Si膜製造、表面改質に適用することでタクトタイムが大幅に短縮できる点でメリットが大きいと考えられる。
- 上記以外に、ガス流の制御で従来のガラス基板洗浄効果（低温プラズマ生成）も期待される。
- また薄膜の大気圧合成、エッチング技術としての応用も可能になる。

# 想定される業界

## •想定されるユーザー

半導体プロセス（堆積、エッチング、改質）

液晶・太陽電池製造

自動車部品関連

環境負荷物質の除去

# 実用化に向けた課題

- 現在、10cmのライン状の高温プラズマ生成が可能なところまで開発済み。しかし、負荷の熱的安定性の点が未解決である。
- 今後、プラズマ診断（主にガス温度）および結晶化試験について実験データを取得し、a-Si膜の結晶化、各種表面処理に適用する場合の条件設定の必要がある。
- 実用化に向けて、表面形状の精度・性能の均一性まで向上できるよう技術を確立する必要もあり。

# 企業への期待

- プラズマの高温化、可動ステージ上での処理能の試験については、**負荷の設計**および**ガス導入法**の工夫により克服できると考えている。
- 高周波電源、デバイス製造プロセス技術（TFT、太陽電池等）を持つ、企業との共同研究を希望。
- また、簡易型のプラズマ表面処理技術を開発中の企業、新規に分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 非晶質薄膜の結晶化装置及び方法、並びに薄膜トランジスタの製造方法
- 出願番号 : 特願2008-270942
- 出願人 : 埼玉大学
- 発明者 : 白井肇

## お問い合わせ先

埼玉大学地域オープンイノベーションセンター  
知的財産シニアコーディネーター 角田敦

TEL 048-858-9106

FAX 048-858-9120

e-mail [tiiki@ml.saitama-u.ac.jp](mailto:tiiki@ml.saitama-u.ac.jp)