

堀田研究室研究テーマ

1. ガラス、プラスチック基板上へのSi薄膜トランジスタ(TFT)の低温作製
 - a) 結晶化誘発層を用いたSi薄膜の低温結晶化
 - b) オゾンガスとシリコンオイルを用いたSi酸化膜の低温作製(200°C以下)

来年度から

2. 高活性水素を用いたプロセス技術の開発
3. 高機能圧電素子を用いた超音波応用装置の開発

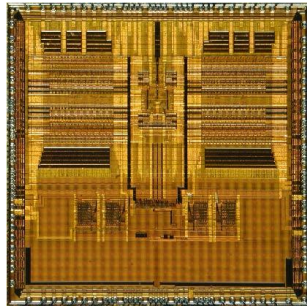


電子デバイスの独自製法の実用化を目指した基礎研究
成功しては喜び、失敗しては不思議がり、自然態で研究を
楽しむ研究室です。

TFT : Thin Film Transistor

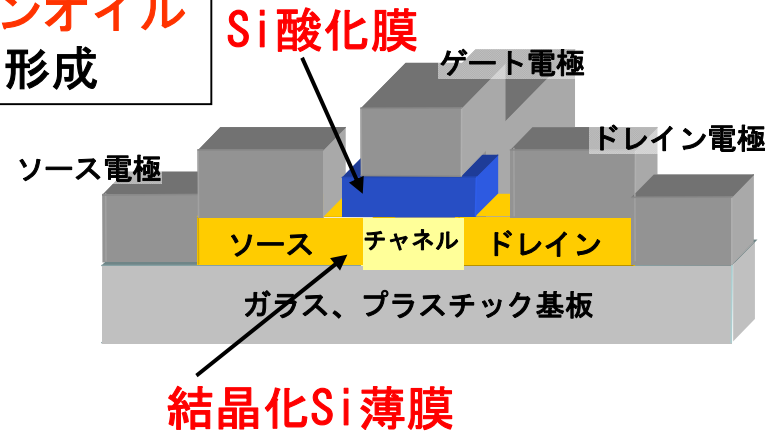
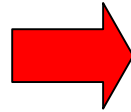
省エネ化を目指した電子デバイスの低温作製

1-b) オゾンとシリコンオイル
を用いて200°C以下の形成



IC (集積回路)チップ

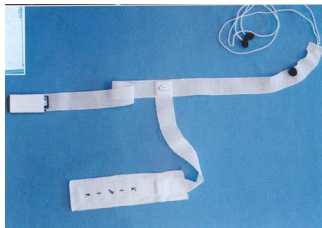
1400°C以上の溶融
Siからの結晶基板
を用いて約1000°C
以下で作製



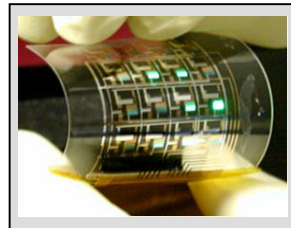
2) 高活性水素を用いた加工・処理

1-a) 結晶化誘発層とパルスレーザーを用いて室温形成へ

応用



ウェアラブルエレクトロニクス (洗濯可)



フレキシブル (曲がる) ディスプレイ

研究室の目指すもの

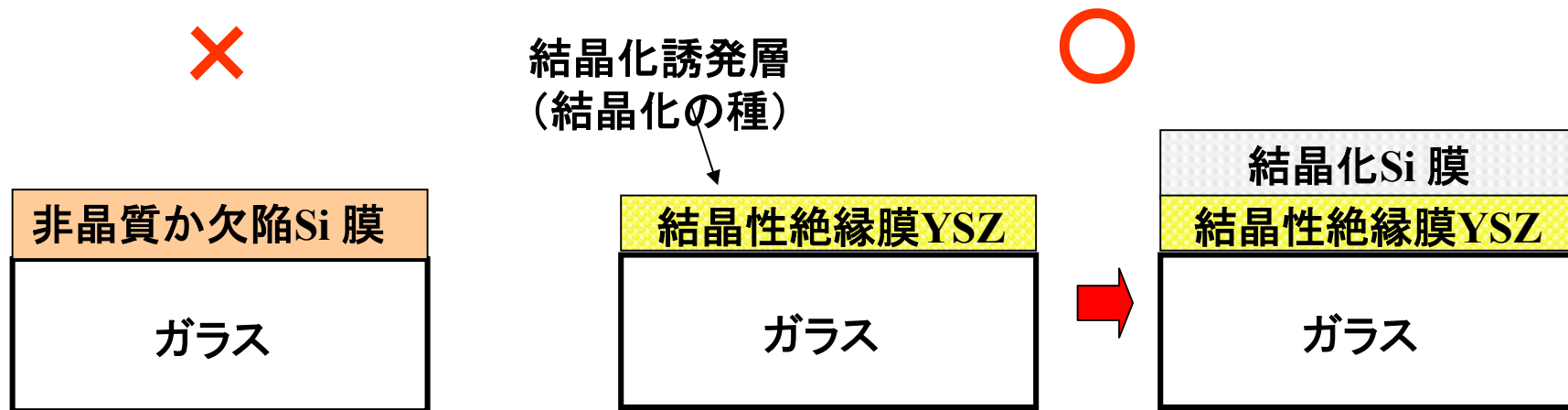
基礎サイエンスに基づいた、
現在の高温処理・加工の作製から
200°C以下の新規な低温作製技術の確立



省エネ化、省資源化、低コスト化、温暖化防止

1-a) 結晶化誘発層を用いたSi薄膜の低温結晶化

低温作製でも、欠陥の少ない、品質の揃った結晶化膜を目指す。



従来法

結晶構造の無いガラスでは、500°C以下で形成したSi薄膜は非晶質か欠陥の多い多結晶となる。

結晶化誘発層の方法

結晶化誘発層の結晶情報により、低温でもSi薄膜の結晶化を実現する。

結晶化誘発層 → イットリア安定化ジルコニア(YSZ: $(\text{ZrO}_2)_{1-x}(\text{Y}_2\text{O}_3)_x$)

YSZ層上の結晶化Si膜の透過電子顕微鏡像



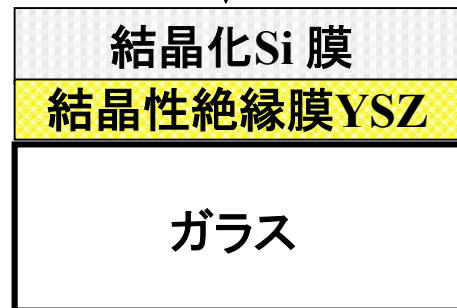
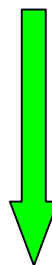
430°Cで作製

5 nm

Si薄膜の格子像がYSZ界面から伸びている。

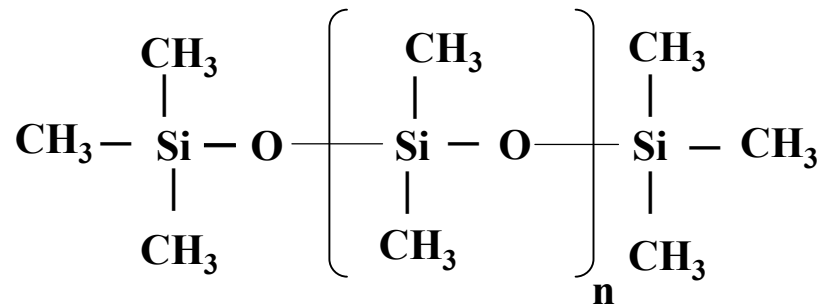
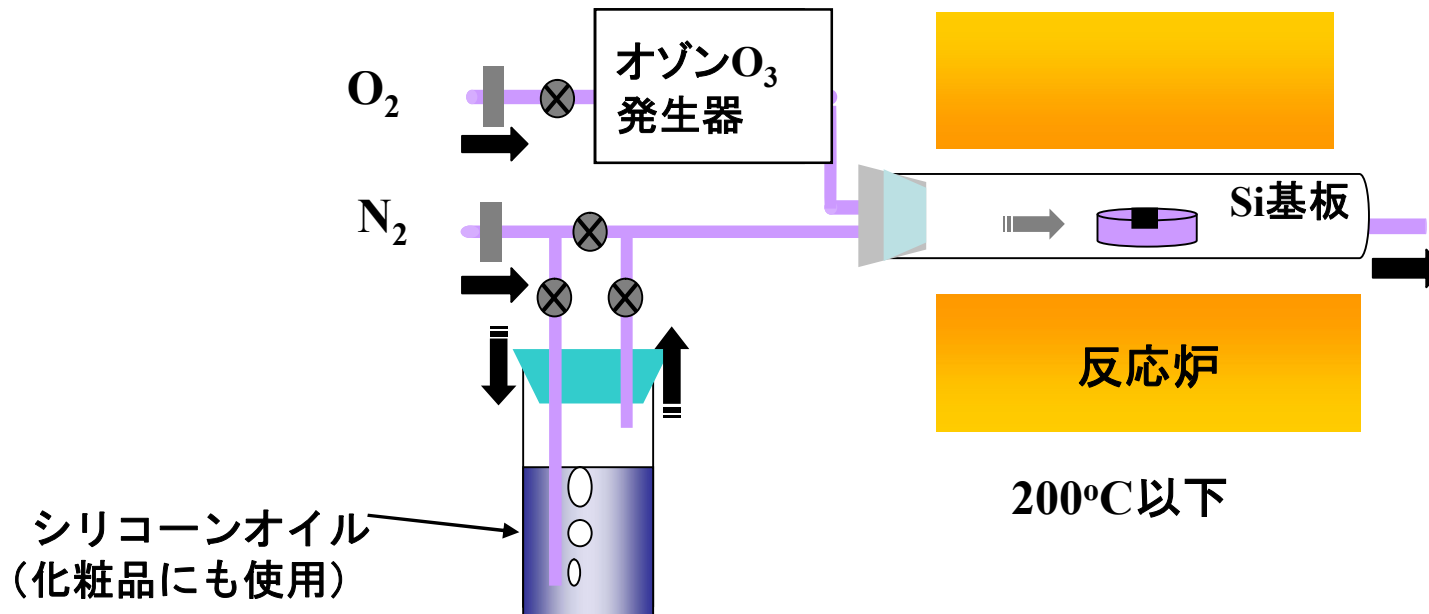
現在、より低温化を目指し、パルスレーザーによる室温作製を検討。

パルスレーザー

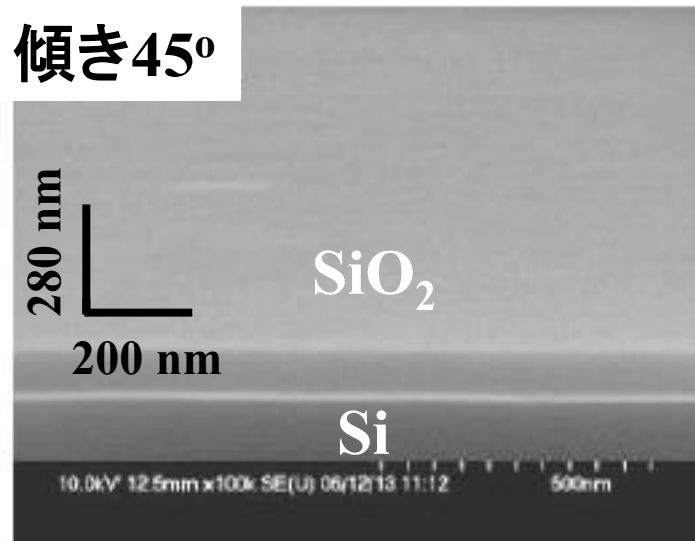


照射時間: 10ns以下。
瞬時には約1000°Cだが、実効的には室温。

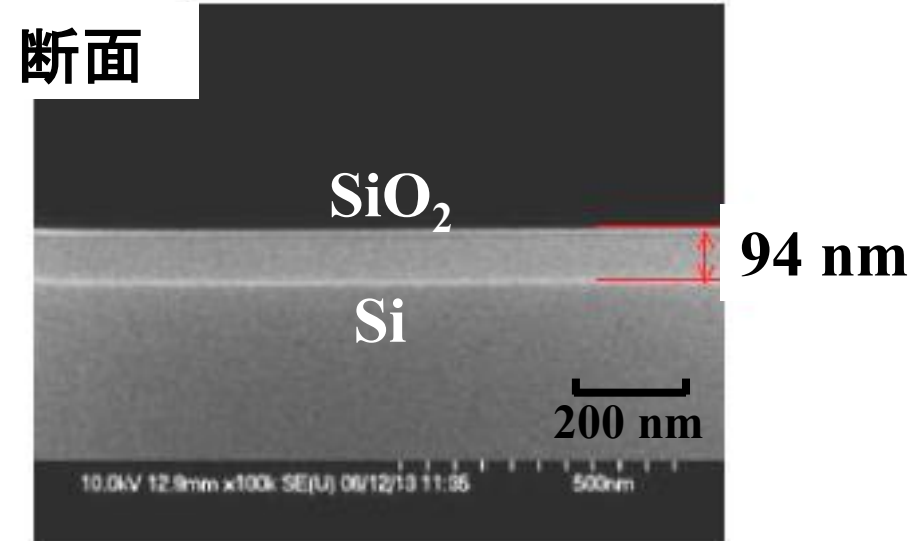
1-b) シリコンオイルとオゾンを用いた酸化Si薄膜の低温作製



200°C形成した酸化Si薄膜の走査型電子顕微鏡像



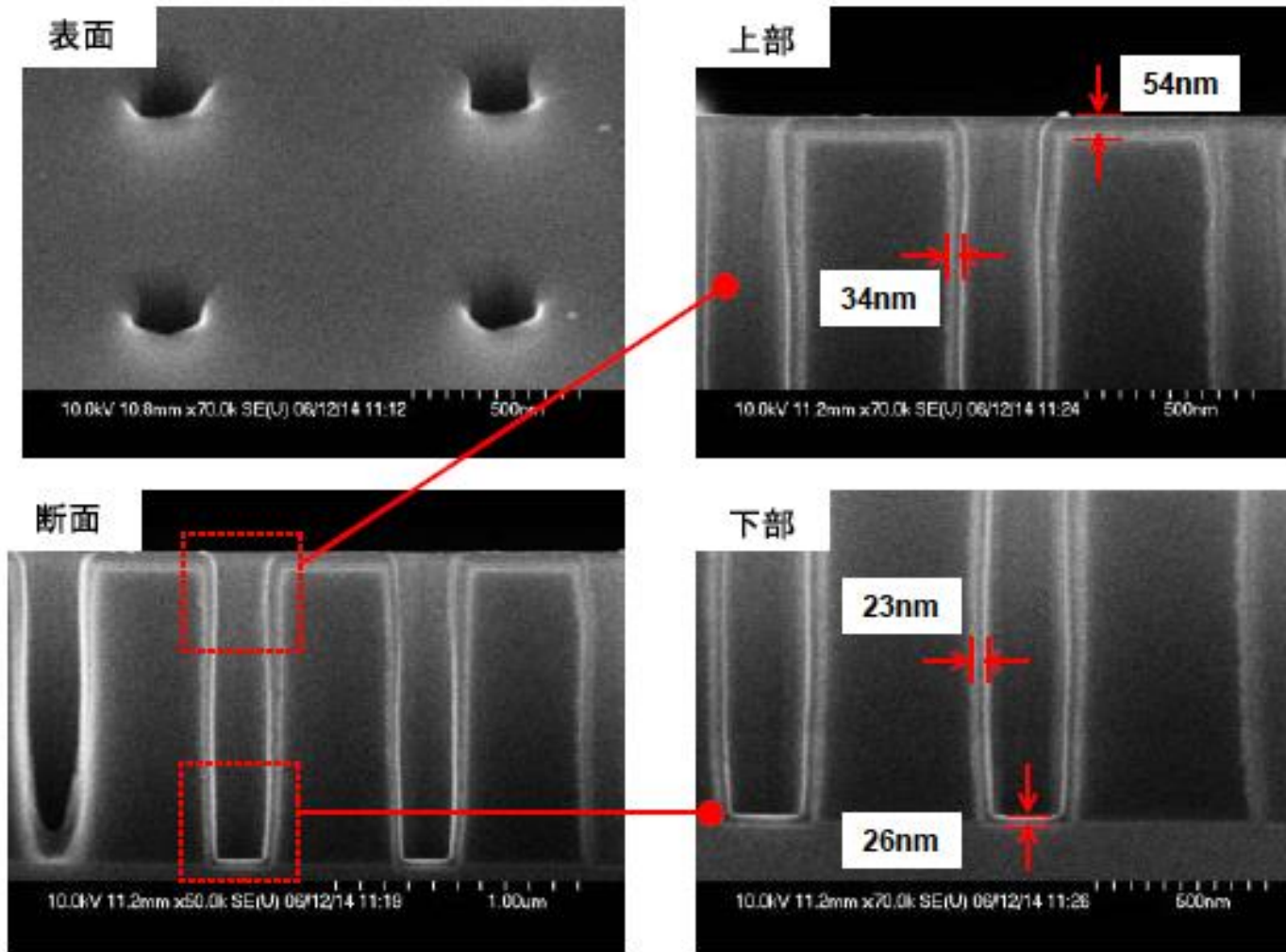
斜め上からの試料表面



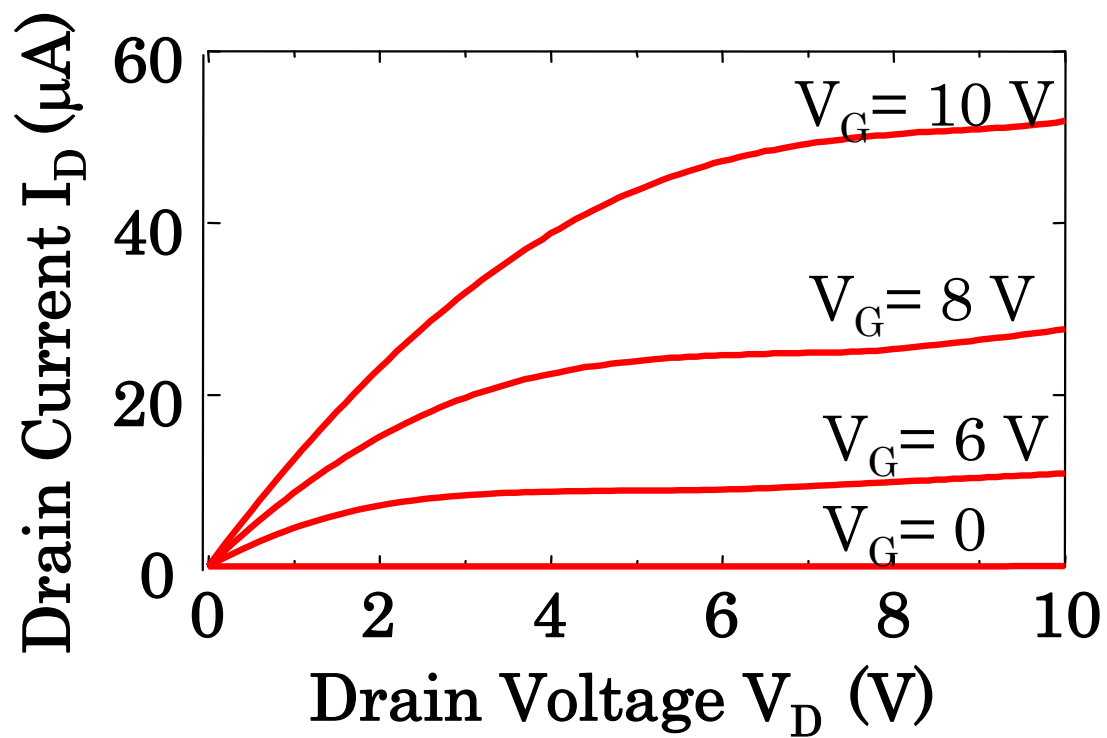
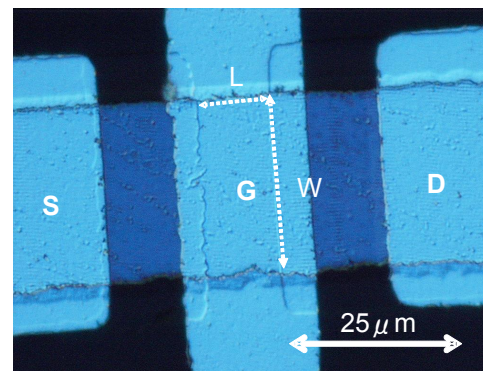
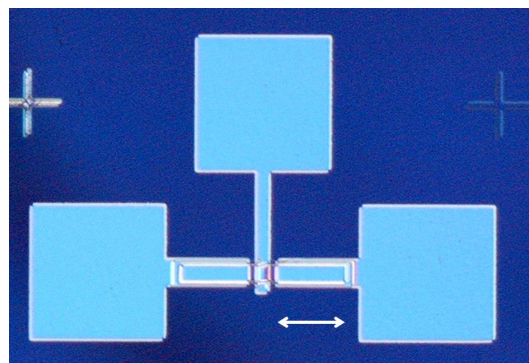
試料断面

現在：低温作製だと、絶縁性を悪くする水分が含まれるため、その除去方法を検討中。

200°Cで堆積した酸化Si膜のSEM像

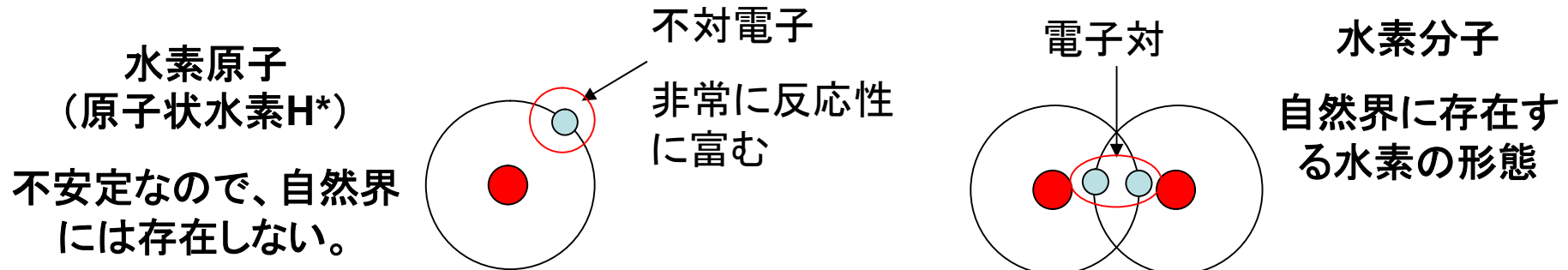


アスペクト比= ~ 4.4 、幅300nm、深さ1300nm、間隔425nm 7

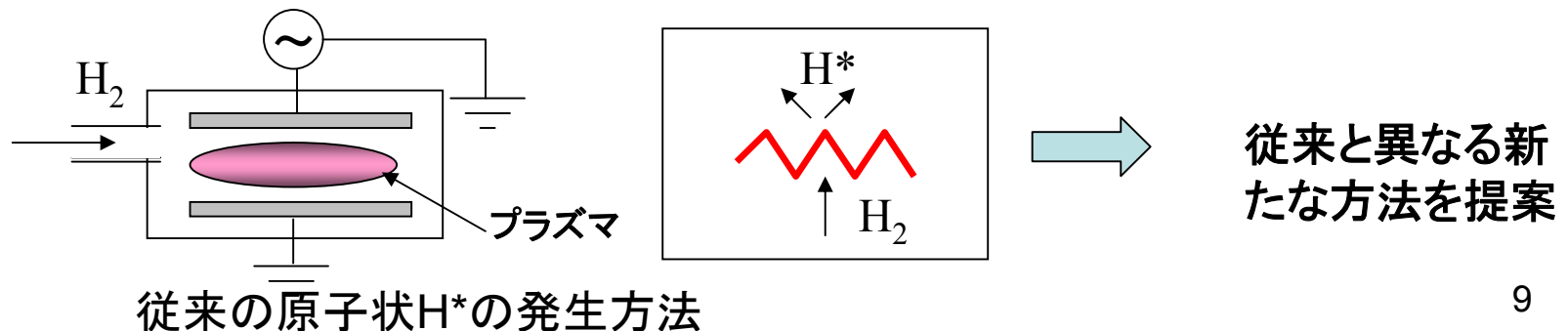


ドレイン電流 I_D ードレイン電圧 V_D 特性

2) 高濃度原子状水素(H*)を用いたプロセス技術の開発



- ・ 反応性に富むH*を用いれば、エッチング、結晶化などのプロセスを環境に影響を与えずに行える。----- 環境保護
- ・ 最も効率の高い、エネルギー源として使える。例えば、燃料電池への応用
- ・ 従来、H*の発生には、プラズマや1500°C以上の高温が必要であったが、本研究では400°C以下の低温で発生させる。----- 低温化、省エネ化
- ・ 従来より10倍ほどの高濃度化を目指す。----- 未知の化学反応



3)

新規なトランジスタ利用による 圧電体超音波画像装置の高解像度化

圧電素子： 力(振動)を電圧に変換する、あるいは電圧を力(振動)に変換するもの。

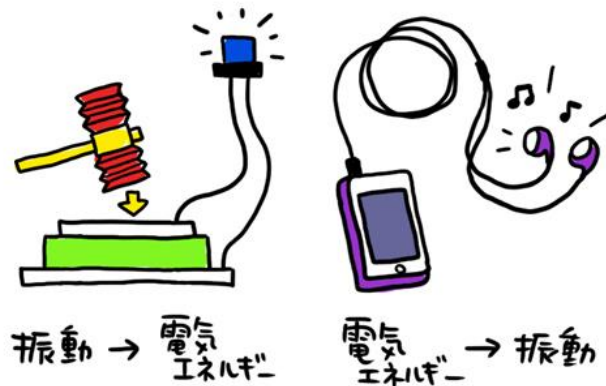


図1 圧電素子の応用例1



図2 応用例2： 超音波診断装置

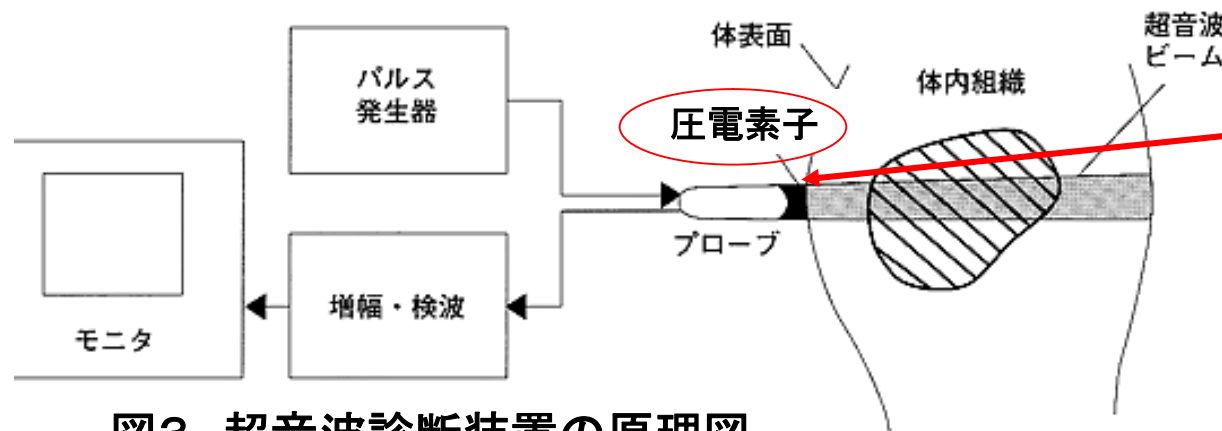


図3 超音波診断装置の原理図

本研究では、この圧電素子にトランジスタを組み入れて、装置の分解能を10倍以上、上げる。