

遠赤外ESR/NMR二重磁気共鳴測定のための 印刷による平面型NMR用検出コイルの作製と評価

今までの研究
・薄膜半導体製造プロセス ・印刷技術
・リチウムイオン二次電池 ・ウェアラブルデバイス

産業技術総合研究所
人間拡張研究センター
泉 小波

本研究の目的

- 1、「印刷」は製造技術の主流となりうるのか？ フォトリソ vs 印刷
- 2、平面に作製したコイルでNMR測定が可能か否か検証し、感度に対する形状の支配的要因を明らかにし、形状を最適化する

磁気共鳴測定装置を取り巻く現状

◆ 量子コンピュータブーム

シリコン中にドーパされたリンの量子状態
リンの原子核と、リン原子由来の自由電子

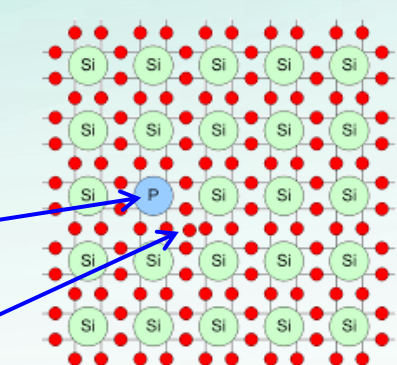
NMR

ESR

両方の量子状態を検出したい

リン原子核

リン由来の自由電子



◆ 核磁気共鳴

原子核を磁場の中に入れて
核スピンの共鳴現象を観測



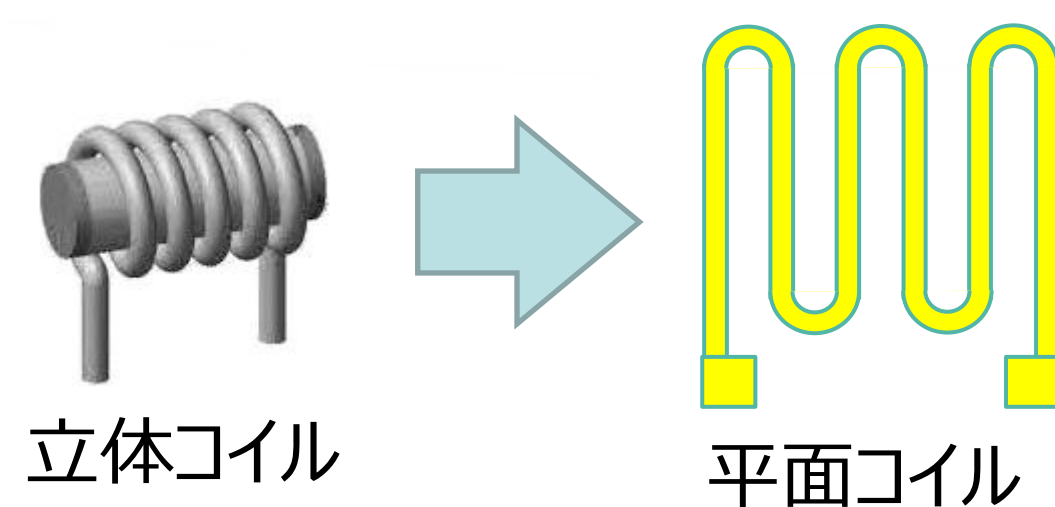
◆ 電子スピン共鳴

遷移金属イオンや有機化合物
中の不対電子を検出する

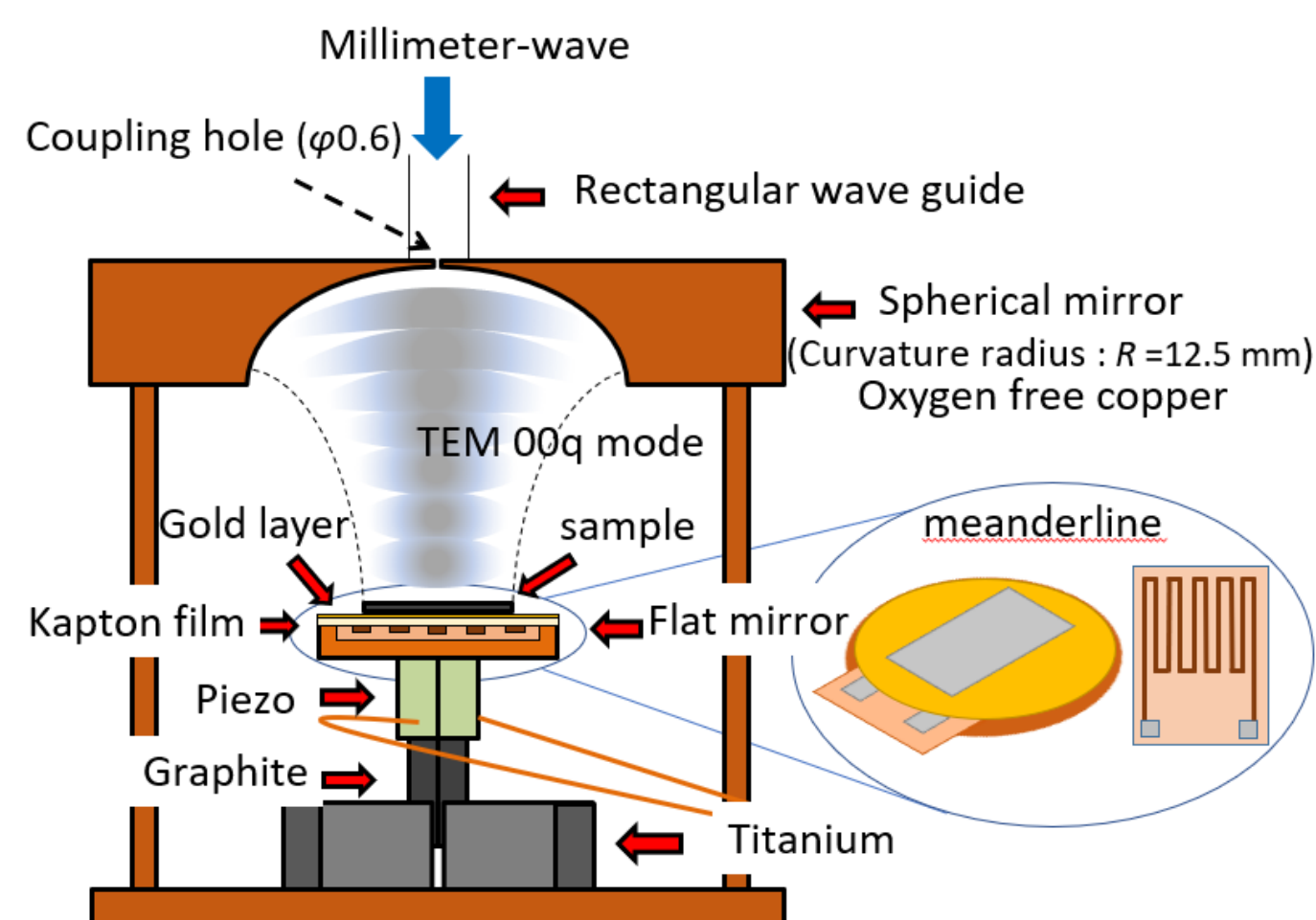


極低温におけるNMRとESRの構造と平面コイルの提案

従来の立体コイル（手巻き）ではなく、平面に蛇型のコイルを作製する



平面ならESR用の共振器に入れられる！



コイル表面での振動地場を
利用してNMRを起こす

今後は、立体的なコイルの作製を目指して・・・

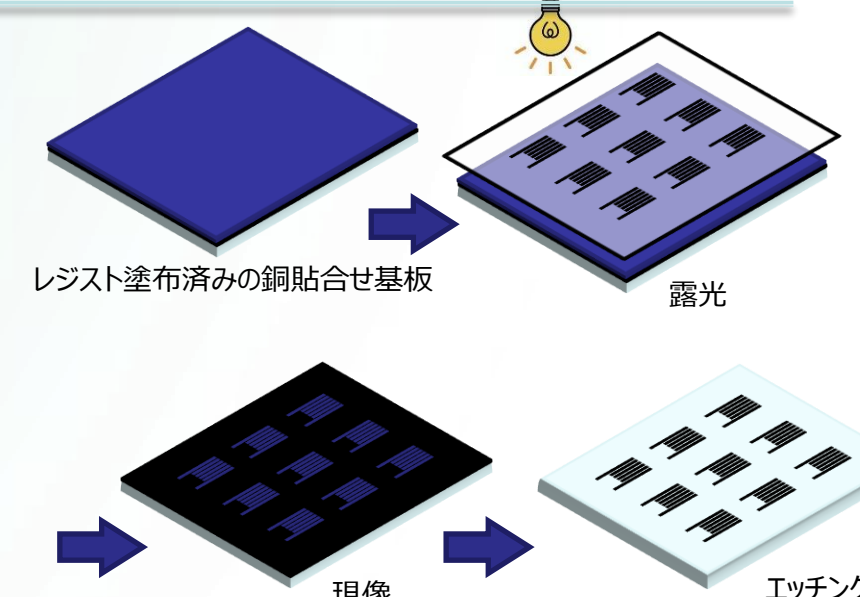
今まで開発してきた曲面印刷技術を利用し、
精度と再現性の高い立体コイルの作製を目指します。



実物あります！
動画もあります！
ポスター中でもお見せできます！

平面コイルの作製と評価（フォトリソ vs 印刷）

フォトリソによるコイル作製

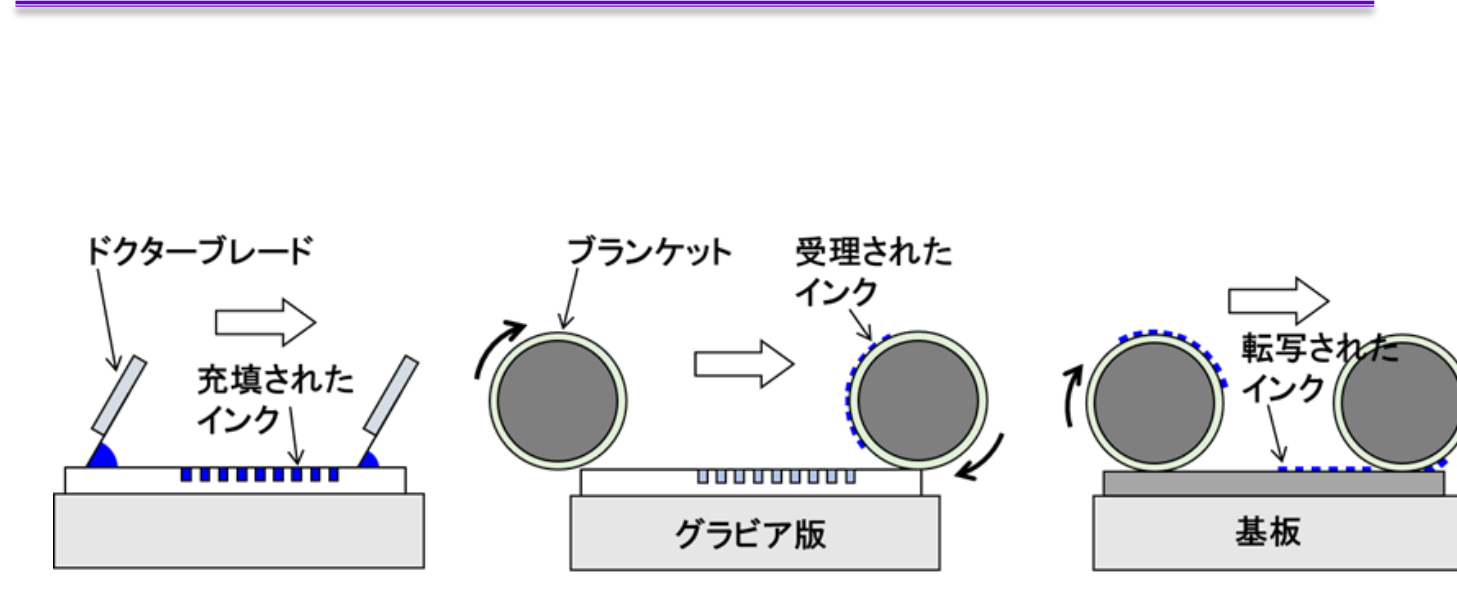


フォトリソコイル

＜NMR測定の様子＞



印刷によるコイル作製（グラビアオフセット）



印刷コイル

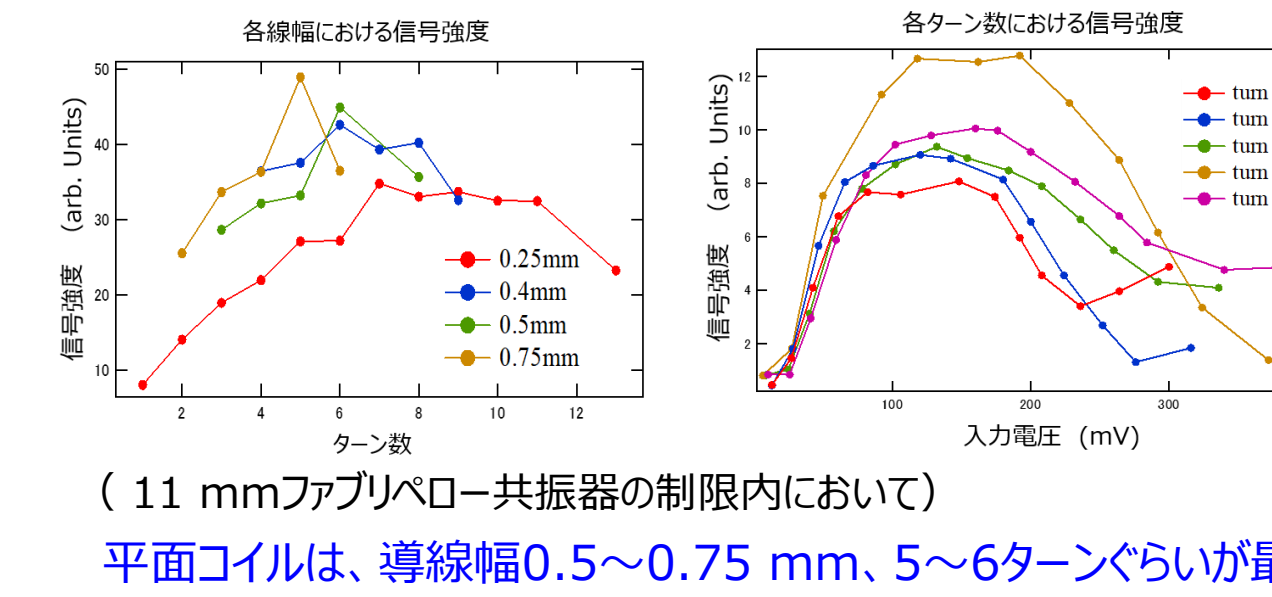
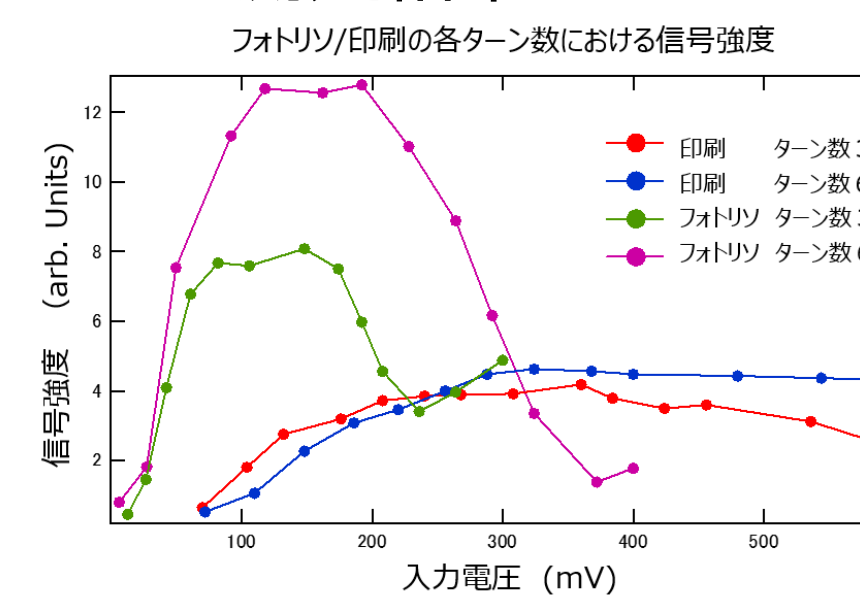
液体窒素に
浸しても大丈夫！

＜作製したコイルの抵抗値と膜厚＞

	抵抗値 (Ω)	膜厚 (μm)
印刷 (XA3609) 3ターン	7.9	2.5
印刷 (XA3609) 6ターン	13.8	2.5
エッチング 3ターン	<0.05	35
エッチング 6ターン	<0.05	35

印刷コイルは、膜厚が薄く抵抗が高いのがネック！

＜NMR測定結果＞



(11 mmファブリペロー共振器の制限内において)

平面コイルは、導線幅0.5～0.75 mm、5～6ターンぐらいが最適な値

まとめ

- ◆ “平面コイル”をつくるなら、フォトリソの方がよい
⇒ 今後は、曲面印刷技術を用いた「立体コイル」の作製に挑戦する
- ◆ 印刷で作製したコイルでNMR測定が可能であることを証明した！
- ◆ 極低温に耐える市販の銀インクが存在した！

ソフトブランケットグラビアオフセット (SBG) 印刷装置



ソフトブランケットリバースオフセット (SBR) 印刷装置



印刷紹介動画
SBG印刷
SBR印刷

磁気共鳴に
使用する
プローブ



ファブリペロー
共振器