

# 3次元無線実装を実現する 超小型・省電力信号伝送系の研究開発

研究代表者

東北大学大学院工学研究科電子工学専攻  
塩川陽平

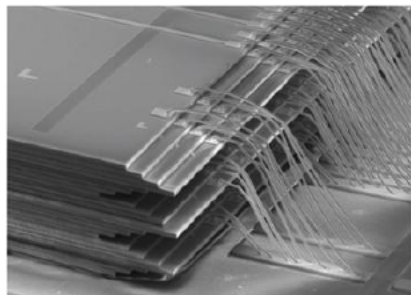
研究分担者

東北大学大学院工学研究科電子工学専攻  
AL-MAHDAWI MUFTAH K.O.

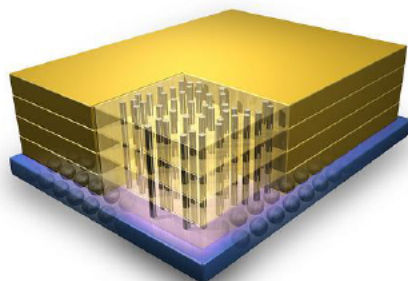
# 本研究開発の目的

## LSIにおける三次元実装の現在の実装技術

ワイヤーボンディング技術[1]



Si貫通ビア[2]

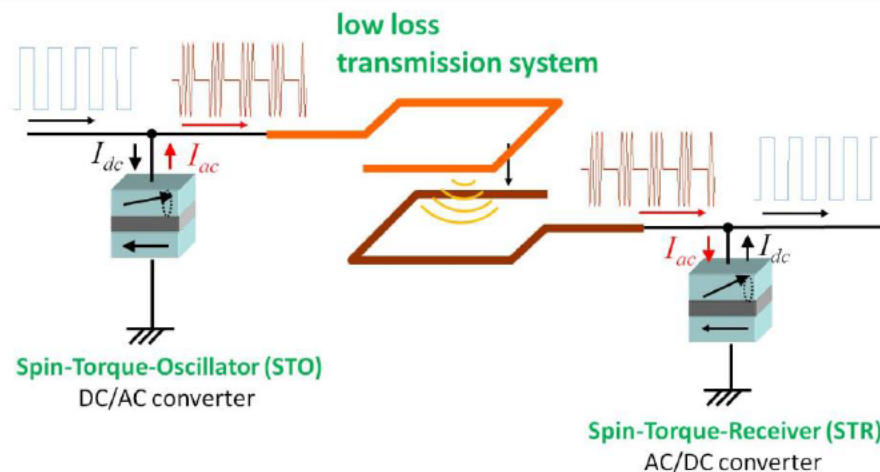
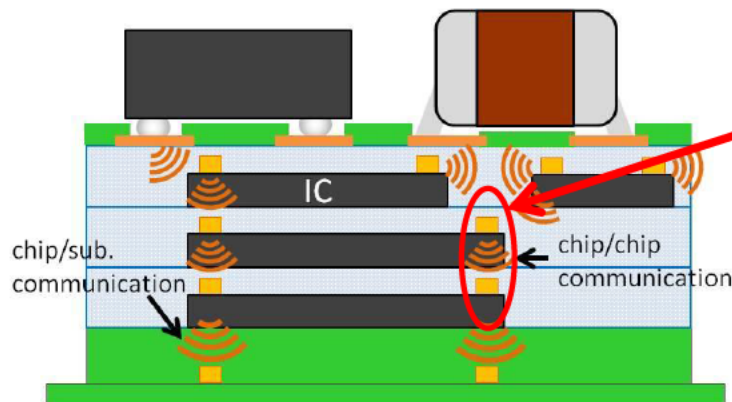


- ◆非常に複雑な配線
- ◆困難な位置合わせ
- ◆寄生抵抗(ワイヤー・ビアのインピーダンス、配線間容量など)の影響による遅延
- ◆多様な素子の使用が困難

[1] <http://archive.news.softpedia.com/news/Hynix-Storms-The-NAND-Industry-64930.shtml>

[2] <http://linx-consulting.com/CMP-TSV-2014.html>

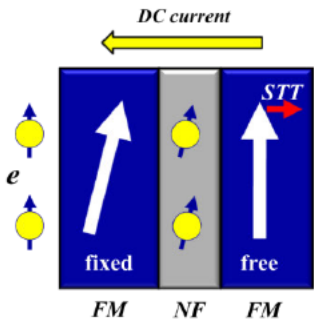
## 本研究開発で目指した無線実装技術(スピントルク発振器を用いた信号伝送)



## ● スピントルク発振器 (STO: Spin-torque-Oscillator)

磁気抵抗効果(MR効果)

ex. HDDの読取ヘッド

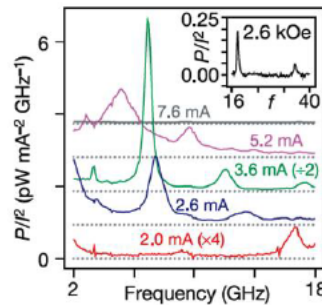


スピントルク

ex. STT-MRAM

強磁性共鳴(FMR)

cf. NMRを用いたMRI



◆ STO (Spin-Torque-Oscillator): DC → AC

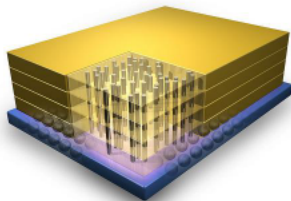
◆ STR (Spin-Torque-Receiver): AC → DC

同じ素子で発振/受信を可能とする素子

[1] S. I. Kiselev et al, Nature London 425, 380 2003.

## ● 本研究開発の開発項目

TSVの置き換え可能技術として  
10Gbpsの高速通信を考える



	仕様要求	
STO	<ul style="list-style-type: none"> <li>高出力</li> <li>高Q値</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10Gbpsを実現する30GHzの発振周波数</li> <li>低磁場動作 (数100Oe)</li> </ul>
STR	<ul style="list-style-type: none"> <li>高感度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>低磁場動作 (数100Oe)</li> </ul>
antenn a	<ul style="list-style-type: none"> <li>ボンディングパッドやTSVと同程度のサイズ(100μm□)</li> <li>高周波数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高伝送効率</li> </ul>

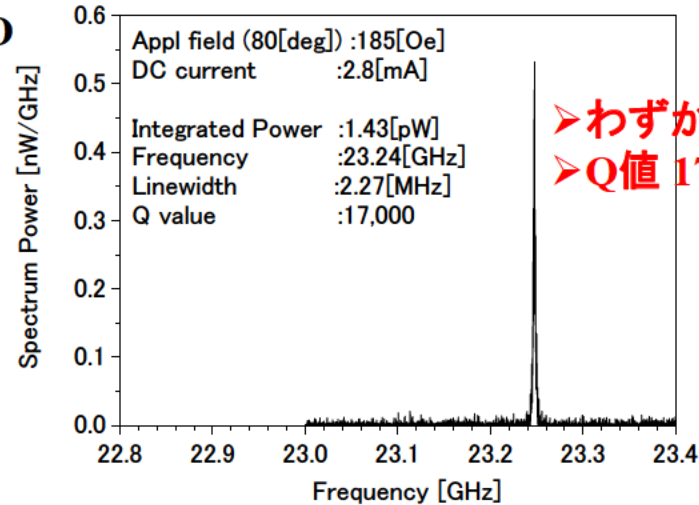
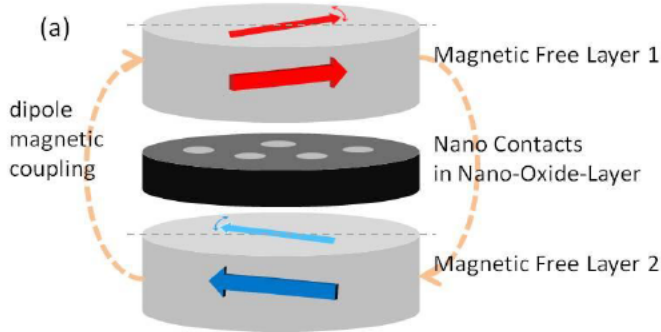
# 本研究開発の成果 ～STOの開発成果～

## 仕様要求

STO	<ul style="list-style-type: none"> <li>高出力</li> <li>高Q値</li> <li>10Gbpsを実現する30GHzの発振周波数</li> <li>低磁場動作 (数100Oe)</li> </ul>
-----	--

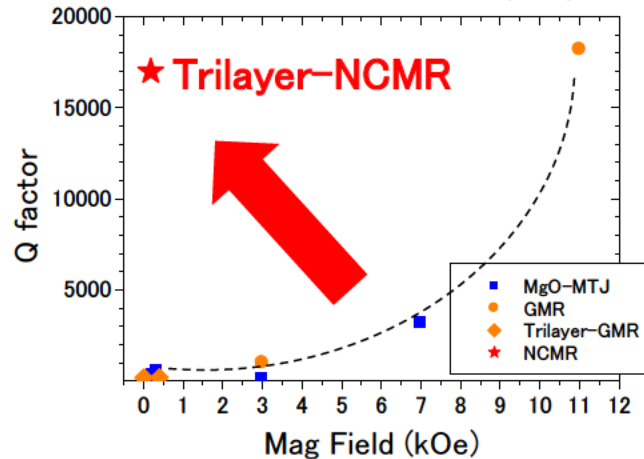
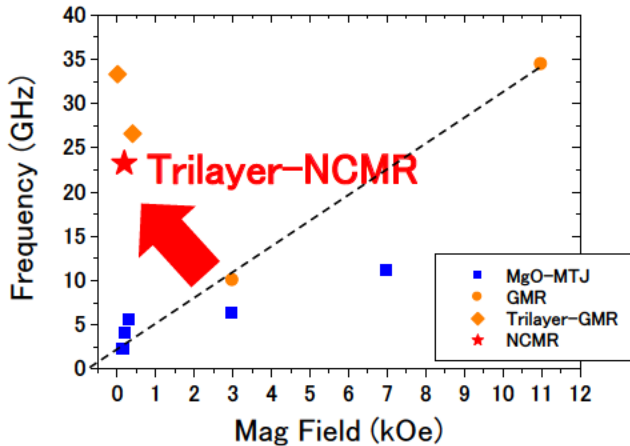
これまでのFMR周波数を用いたSTOでは満たすことができない

## ● Trilayer型 Nano-Contact MR (NCMR) STO



> わずか200Oeで23GHz  
 > Q値 17,000

## ● 競合技術との比較



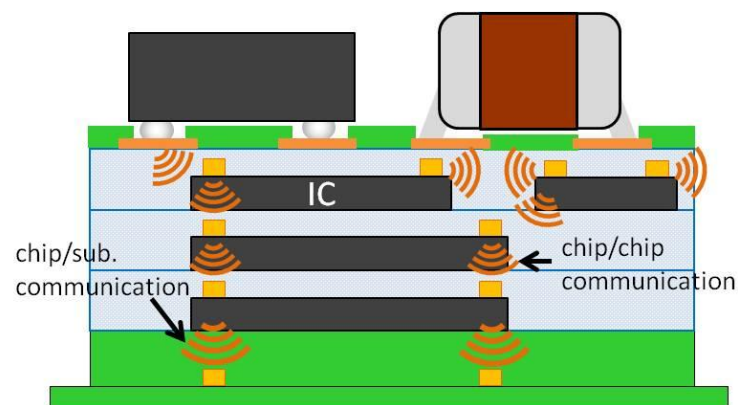
他のSTO素子と比べても、低磁場での高周波・高Q値は明確

Trilayer型NCMR-STOという非連続技術の提案により実現

## ● 研究開発成果の展開

異なるメーカーの異なる機能のICチップの多数積層を、従来の有線技術に比較して容易に実施することができ、モジュールの小型/多機能化は、各種モバイル機器の高性能化を牽引、情報通信端末の多種多様な可能性を拓くことが期待される。

➡ 本研究の応用検討委員会に複数の企業に参画いただいた



## ● 波及効果創出

今回報告する成果は、安定した発振周波数という観点から磁場に対して変化が少ない発振素子を開発。

一方で、本研究開発を通して発振周波数が磁場に線形に変化するSTOも得られた。

➡ 磁界センサへの応用展開も可能  
特にその素子の小ささから医療用in-vivo生体センサも可能ではないか(脳磁・心磁)

