

基板吸収型テラヘルツ波検出器の イメージングに関する研究

埼玉大学大学院理工学研究科

数理電子情報部門 田井野徹

【共同研究者】

埼玉大学教員：明連広昭、高田進

埼玉大学学生：石井宏和、青木一隆、渡邊穰、山下直人、卒業生

理化学研究所：大谷知行、有吉誠一郎、佐藤広海

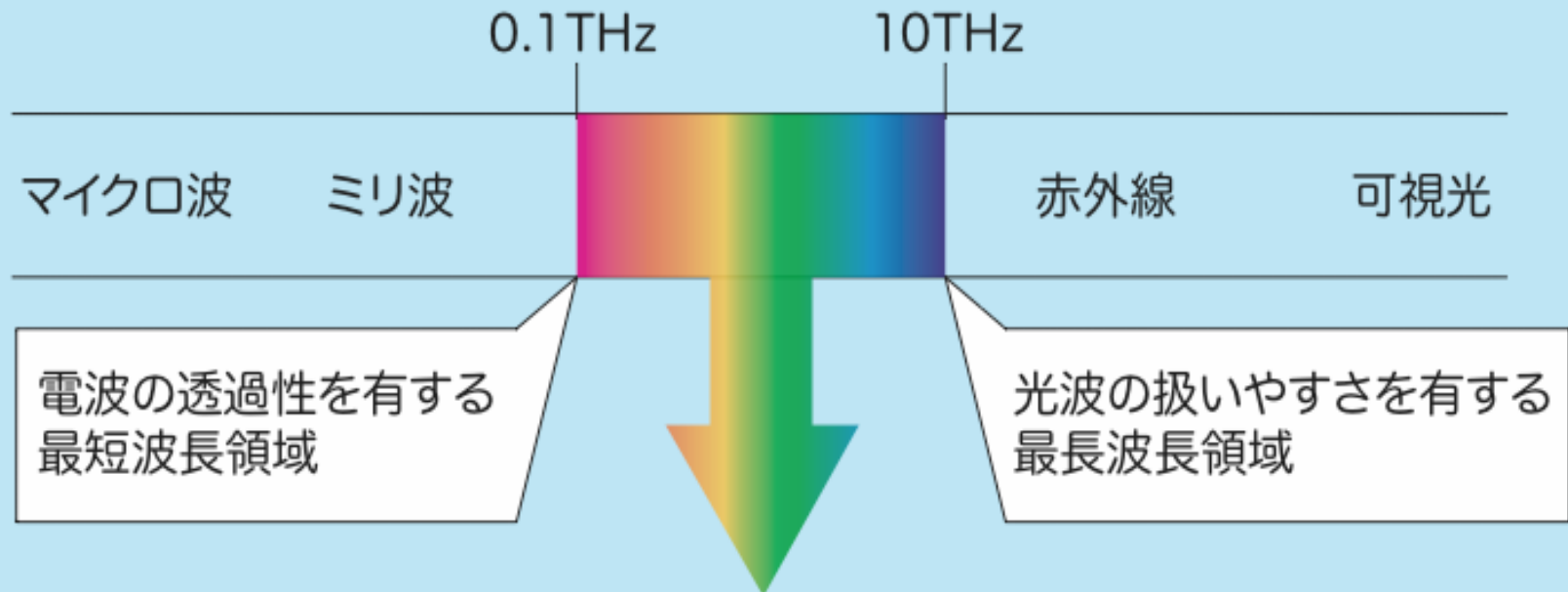
【謝辞】

本テーマは科研費、埼玉大学先端プロジェクトの援助を受けております。

講演内容

- 1 テラヘルツ波とは
- 2 超伝導トンネル接合について
- 3 超伝導トンネル接合を用いた
テラヘルツ波検出について
- 4 これまでの研究成果について
- 5 まとめと今後の展望

テラヘルツ波とは



テラヘルツ波

- ・半導体、プラスチック、紙、ゴム、乾燥食品、骨などを透過
→ X線と同じ特徴ではあるが被曝の心配がない!
- ・多くの試薬などにテラヘルツ帯指紋スペクトルが存在

講演内容

- 1 テラヘルツ波とは
- 2 超伝導トンネル接合について**
- 3 超伝導トンネル接合を用いた
テラヘルツ波検出について
- 4 これまでの研究成果について
- 5 まとめと今後の展望

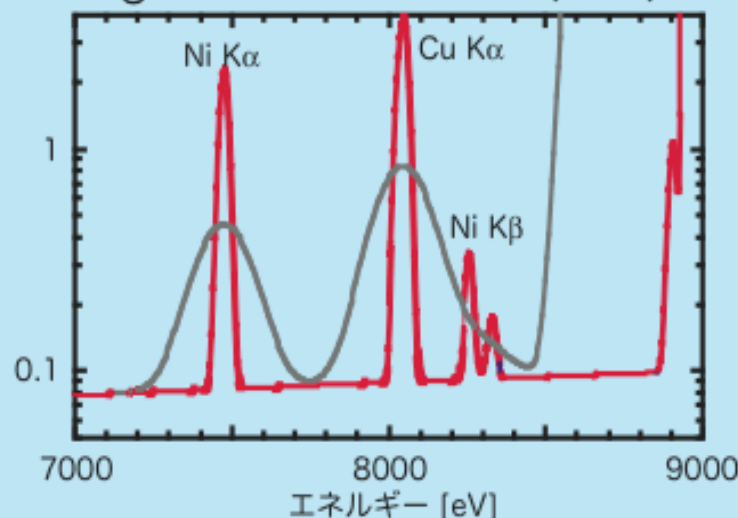
超伝導トンネル接合フォトン検出器

- ・ 検出器 = 目
 - 目がよいと視界が広がる
 - = 検出器の性能が良い
 - ・ 検出器の性能
 - エネルギー分解能
 - エネルギー帯域
 - 速度が速い、etc...
 - ・ 現状の検出器
 - 半導体検出器 (Solid State Detector : SSD)
 - シンチレーション検出器
 - ガス検出器
- いずれも速度、分解能の面で一長一短

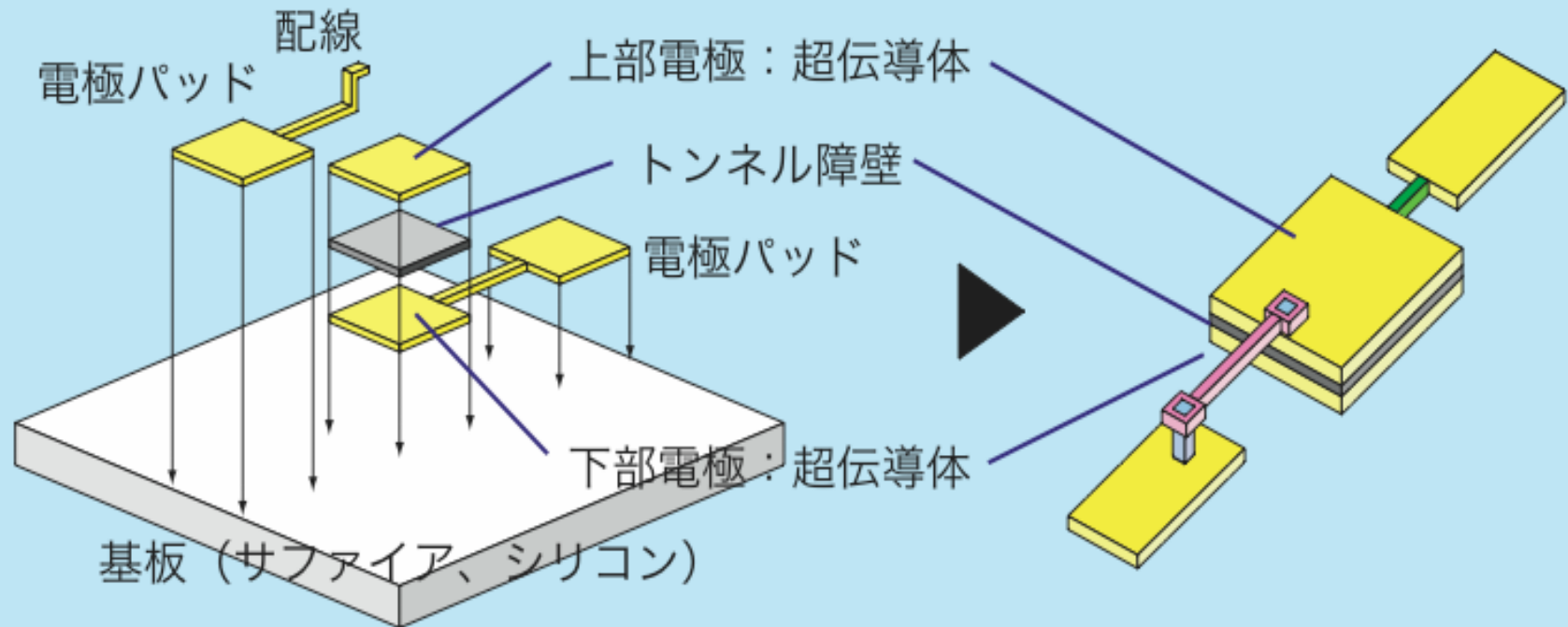
超伝導トンネル接合素子 : Superconducting Tunnel Junction (STJ)

次世代のフォトン検出器

- ・ エネルギー分解能
 - 4eV (理論)
- ・ エネルギー帯域
 - 可視光から極端紫外線
- ・ カウントレート
 - 数10000CPS



超伝導トンネル接合の構造

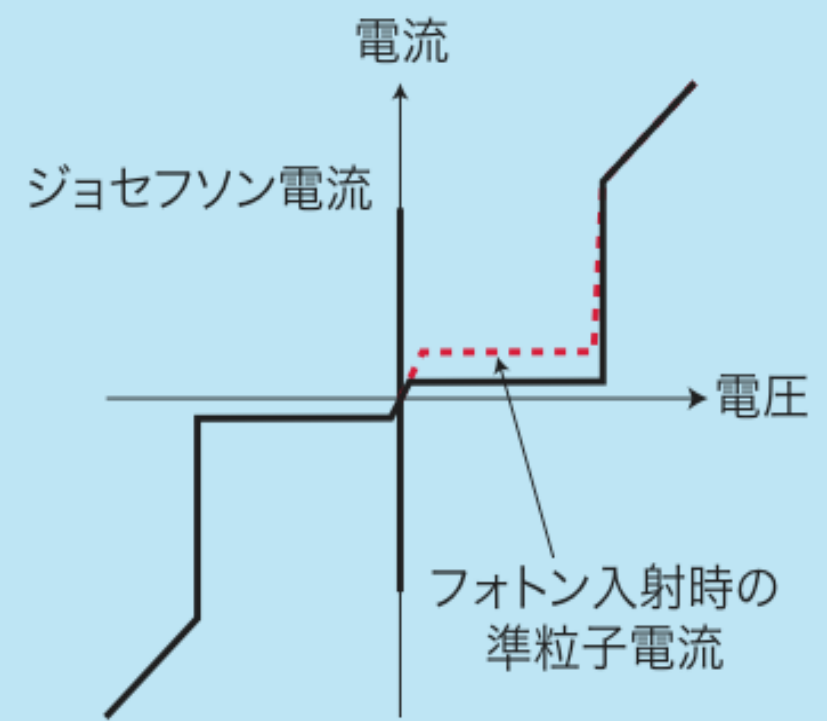
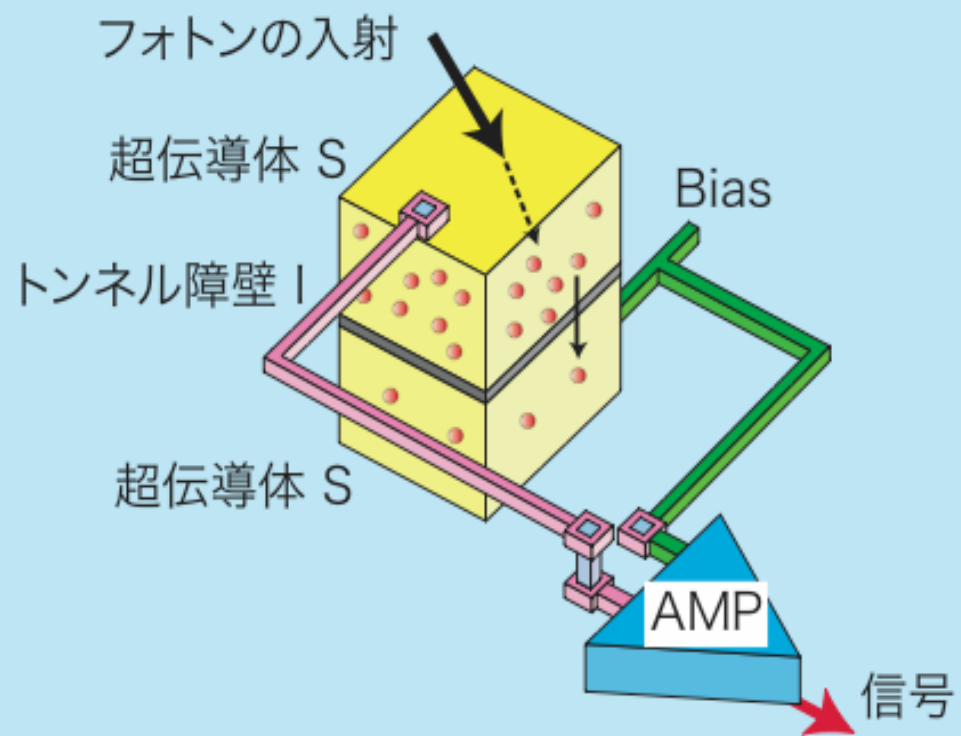


STJ 検出器作製に必要な装置

- ・スパッタ装置
- ・エッチング装置
- ・露光装置



超伝導トンネル接合のフォトン検出



講演内容

- 1 テラヘルツ波とは
- 2 超伝導トンネル接合について
- 3 超伝導トンネル接合を用いた
テラヘルツ波検出について**
- 4 これまでの研究成果について
- 5 まとめと今後の展望

STJを用いた THz 波検出器

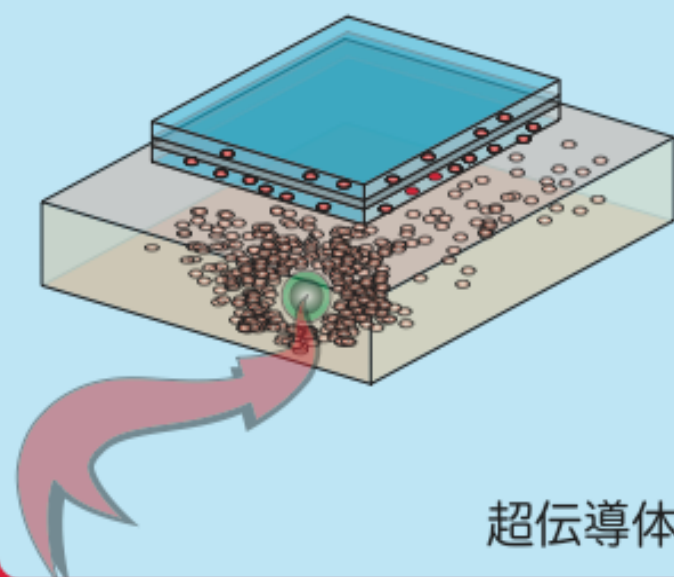
STJ検出器の特徴

- 高感度
NEP: $\sim 10^{-17} \sim 10^{-18}$ W/ $\sqrt{\text{Hz}}$ ※理論値
- 高速応答
応答時間: 1 \sim 10 μsec
- アレイ化素子の作製が容易
半導体プロセス技術を使うことができる

テラヘルツ波検出器

- ・熱型検出器
→広い波長領域
→応答速度が遅い
- ・量子型検出器
→応答速度が速い
→限られた波長領域

基板吸収型STJ-THz波検出器



THz波が基板に照射



基板内にフォノン発生



フォノンが基板を伝搬



超伝導体内のクーパー対を解離

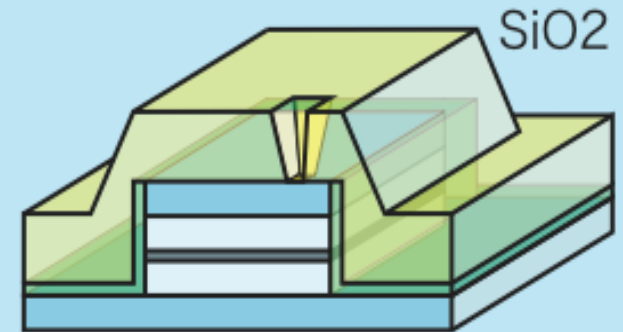
STJ-THz 波検出器の作製

- ・マルチレイヤー積層

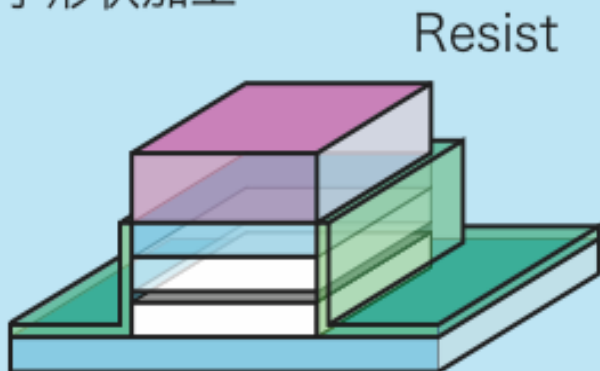


Nb
Al
AlOx
Al
Nb

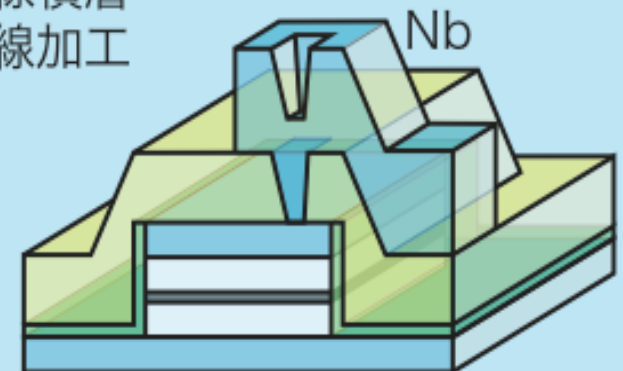
- ・層間絶縁膜積層
- ・コンタクトホール加工



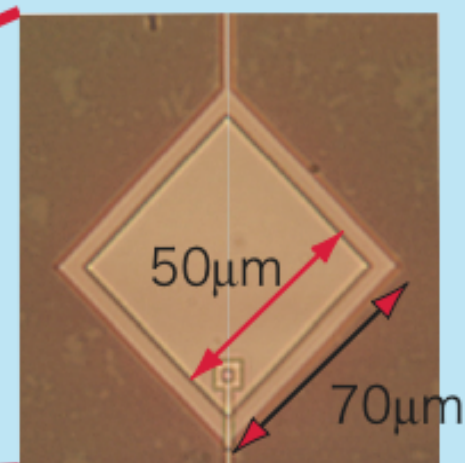
- ・素子形状加工



- ・配線積層
- ・配線加工

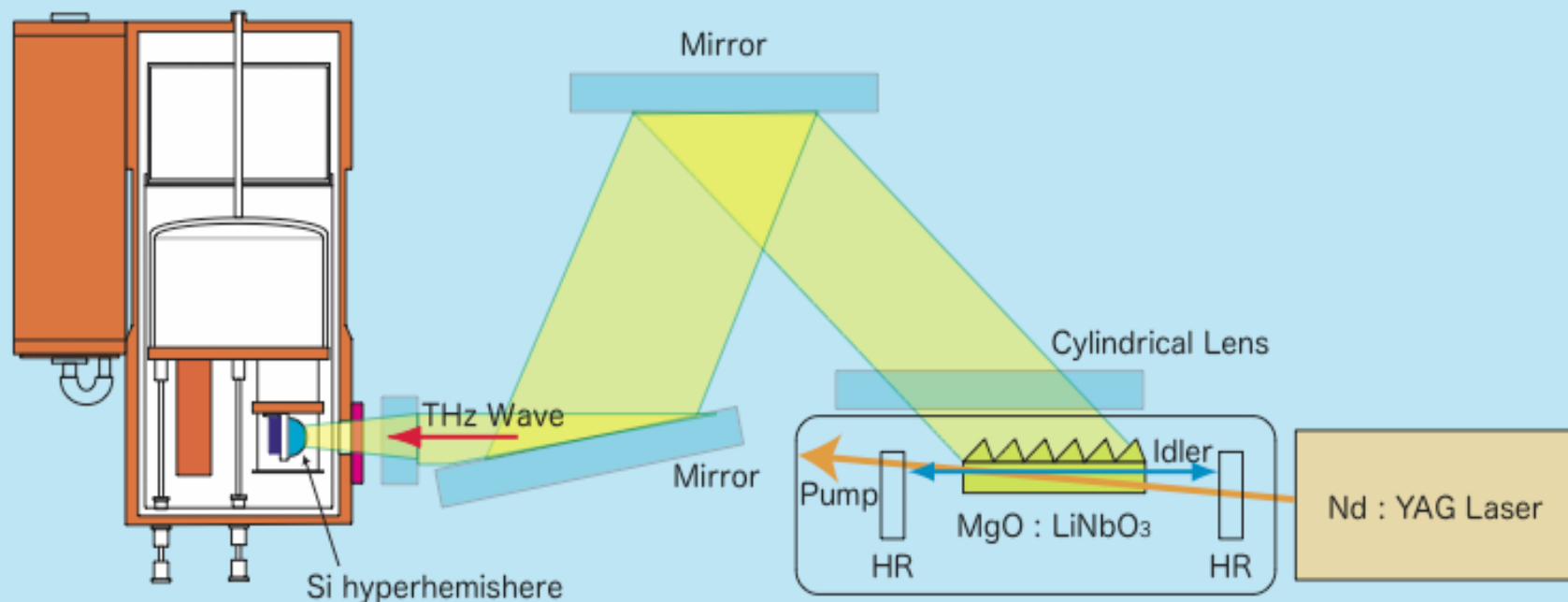


作製した STJ-THz 波検出器



- ・構造: Nb/Al/AlO_x/Al/Nb
- ・ $J_c = 150 \text{ A/cm}^2$
- ・接合面積: $50\mu\text{m}^2$
- ・受光面積: $70\mu\text{m}^2$

実験セットアップと光源

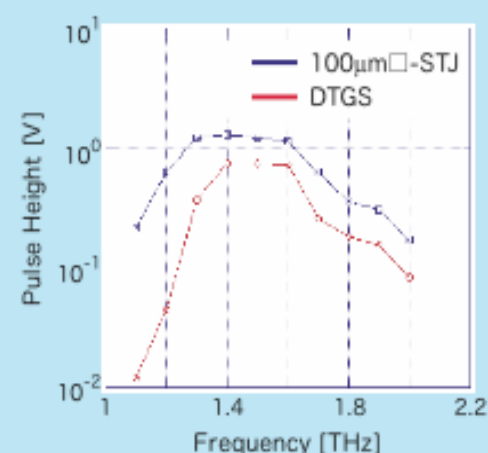
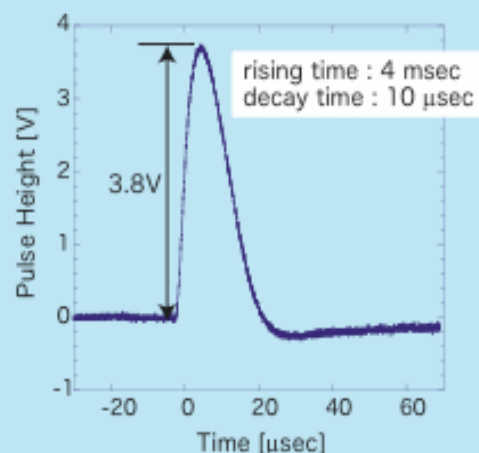
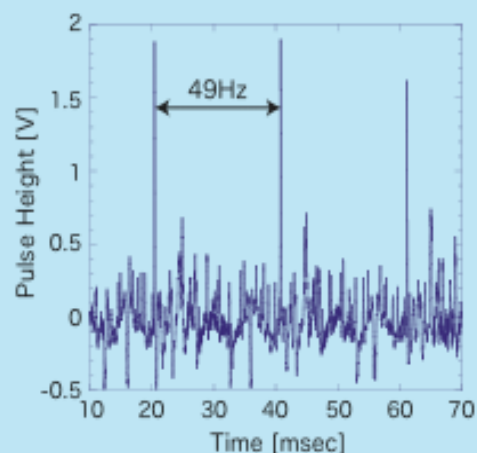


可変長THz波光源:TPO
(Terahertz Parametric Oscillator)

Frequency : 1.5 THz
Repetition : 49 Hz



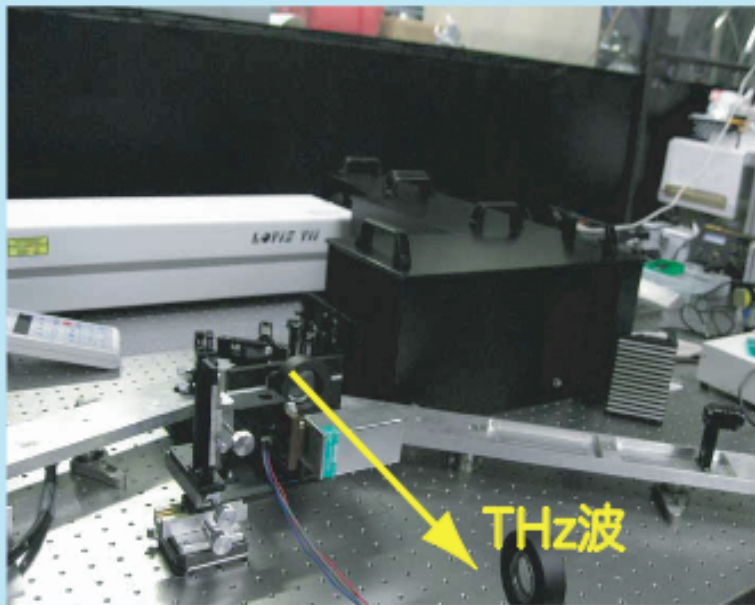
THz 波検出実験結果



基板吸収型STJ素子を用いて、
世界で初めてTHz波の検出に成功

従来の検出器と同様の傾向で
かつ大きな出力

埼玉大学における実験設備



これまでは、THz波検出実験を
理化学研究所で行っていた



THz波光源を購入



- ・いつでも実験可能
- ・光源の安定化に成功
- ・大学においてTHz照射実験成功

講演内容

- 1 テラヘルツ波とは
- 2 超伝導トンネル接合について
- 3 超伝導トンネル接合を用いた
テラヘルツ波検出について
- 4 **これまでの研究成果について**
- 5 まとめと今後の展望