

Comprehensive Study of Thermal Transport and Coherent Acoustic-Phonon Wave Propagation in Thin Metal Film–Substrate by Applying Picosecond Laser Pump–Probe Method

Weigang Ma^{1,3}, Tingting Miao², Xing Zhang^{1,3}, Masamichi Kohno³, and Yasuyuki Takata³

¹*Tsinghua University, China*

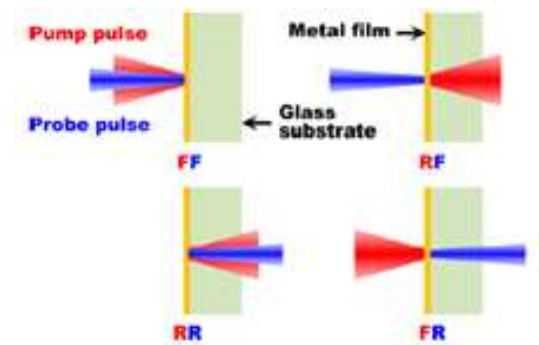
²*China University of Petroleum, China*

³*Kyushu University, Japan*

J. Phys. Chem. C, **119**, 9, 5152-5159 (2015)

半導体産業は、20 世紀中頃から絶え間なく技術革新が為されている。今後の高度情報化社会を支えるためには、より高度な半導体デバイスが要求される。近年注目されているのが、シリコン貫通電極(TSV)を用いた 3 次元集積技術であり、従来の半導体大規模集積回路(LSI)に比べ、薄型化、小型化、高集積化、高速度化が見込める。しかし、3 次元集積の小型化に伴い、デバイス内で熱が大量に発生し、熱膨張による歪みが顕著になり、構造に欠陥を生むというデメリットが生じてくる。よって、金属薄膜–基板システムにおける熱輸送とそれに対応する熱歪みを研究することが重要である。

そこで本論文では、ピコ秒レーザーポンププローブ法をフロント(F)、リア(R)からなる 4 つの配置に適用することで、Pt 薄膜–ガラス基板系における熱輸送と熱歪み由来の音響波パルスの伝搬を調査した。ポンプ光で試料表面を熱励起して音響波パルスを発生させ、ポンプ光に対して遅延を伴ったプローブ光で音響波パルスの時間依存反射率を計測した。それぞれの構成で、時間依存反射率は異なったが、1 次元の熱輸送及び音響波パルスの伝播による理論フィッティングと全時間範囲で良く一致した。しかし、Pt 薄膜内の熱拡散率や熱歪み由来の音響波パルスの音速に関しては、バルクの値と一致しなかった。それぞれの原因は、サイズ効果と表皮効果によるものであると筆者らは主張している。



図：ピコ秒レーザーポンププローブ法の

FF、FR、RF、RR 配置

Josephson Spin Current in Triplet superconductor Junctions

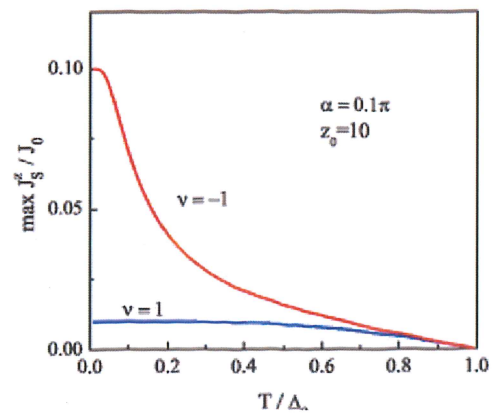
Yasuhiro Asano

Division of Applied Physics, Hokkaido University, Sapporo 060-8628, Japan

Physical Review B 74, 220501(R) (2006)

二つの超伝導体の間に絶縁体を挟み込むと、クーパー対がトンネル効果によって超伝導体間を移動するため、外部電圧をかけなくても二つの超伝導体の位相差に依存して量子力学的な電流が流れる。この現象がジョセフソン効果である。金属における超伝導体はスピン一重項 s 波対称性のクーパー対が担っているが、 Sr_2RuO_4 などの化合物における超伝導体はスピン三重項のクーパー対が存在することが示唆されている。スピン三重項超伝導体/絶縁体/スピン三重項超伝導体の接合系を考えると、クーパー対を形成する電子のスピンの向きに依存して、ジョセフソンスピンの流が発生するのではないかと予想できる。

本論文では、 p 波超伝導体/絶縁体/ p 波超伝導体から成る SIS 接合系におけるジョセフソン電流とジョセフソンスピンの流を、アンドレーエフ反射係数を求めることによって解析的に計算した。その結果、ジョセフソン電流 J とジョセフソンスピンの流 J_s は左右の超伝導位相差 Φ とクーパー対のスピンの向きを表わす d ベクトルの相対角 α の両方に依存していることが分かった。演習では、導かれた電流とスピンの流の選択則について議論する。また、図よりアンドレーエフ束縛状態の影響を受けると、ジョセフソンスピンの流は極大値を持つことも明らかにした。



図；ジョセフソンスピンの流の温度依存性

Effects of Three Different Types of Antifreeze Proteins on Mouse Ovarian Tissue Cryopreservation and Transplantation

Jaewang Lee, Seul Ki Kim, Hye Won Youm, Hak Jun Kim, Jung Ryeol Lee, Chang Suk Suh, and
Seok Hyun Kim

PLoS ONE 10(5): e0126252. doi:10.1371/journal.pone.0126252(2015)

卵巣組織の摘出・凍結保存は、がん治療など卵巣機能を損なう恐れのある治療を行う患者にとって有効な手段と考えられている。しかし、凍結保存の過程で組織が損傷し、正常に機能しなくなることが懸念されており、より安全で確実な凍結方法が研究されている。本論文で用いる不凍タンパク質（AFPまたはIBP）は、氷結晶の表面に結合しその成長を抑制する働きをもつ。そのため、凍結保存過程で形成される氷晶の成長を抑え、細胞膜等を守る保護作用が期待されている。これまで、大腸菌やウシ精子、赤血球、マウス卵母細胞等の凍結保存に用いられており、卵巣組織、およびその内部の卵胞細胞の凍結にも有効ではないかと考えられる。本論文では、卵巣組織凍結保存のための適正条件を調べた。

実験では、不凍活性の異なる 3 種類の AFP (FfIBP, LeIBP, type III) をそれぞれ 3 つの濃度で加えた溶液に浸漬してマウスの卵巣組織を凍結・解凍し、解凍後の組織の薄片観察から組織や細胞の形態（図 1）、生存状態、機能の損傷状態などを調べ、添加した AFP の凍結保護効果を調べた。その結果、最も不凍活性の小さい (LeIBP) を高濃度で添加した試料で、最も良い成績が得られた。すなわち、ある種の AFP を加えることで卵巣組織に対しても凍結保護効果を発揮していることが示唆された。

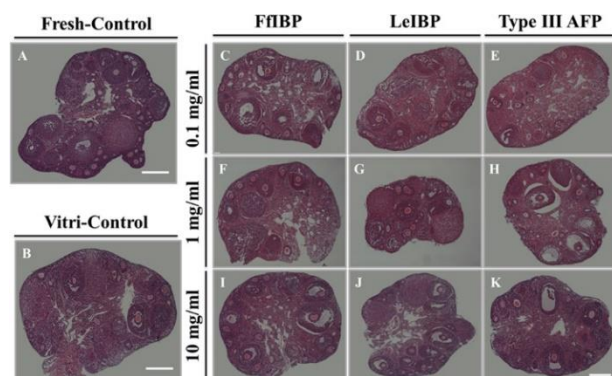


図 1：凍結解凍後の卵巣組織の薄片顕微鏡観察（細胞質と核を染色したもの）。組織全体の形態学的比較と含まれる卵胞細胞の生存状態を評価