OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	強結合超電導トンネル素子におけるジョセフソン効果
Author(s)	三谷, 正男
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35503
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【18】

氏名・(本籍)	三谷正男
学位の種類	理学博士
学位記番号	第7450号
学位授与の日付	昭和61年10月3日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	強結合超電導トンネル素子におけるジョセフソン効果
論文審査委員	(主査) 教授 伊達 宗行 (副査) 教授 国富 信彦　教授 邑瀬 和生　教授 大塚 顕三 助教授 山岸 昭雄

論文内容の要旨

強結合超電導トンネル素子であるＳＮＳ素子とＳＳＳ素子について，それらの実験的研究を行った。

ＳＮＳ素子としてはPb－Cu－Pbというサンドウイッチ構造の薄膜素子を作成し，Pbが超電導状態にある温度領域でこの素子の零電圧電流，すなわちジョセフソン電流の磁場依存性を調べた。その結果，弱結合超電導トンネル素子である通常のＳＩＳ構造のジョセフソン素子に比べ，その電流－磁場特性が非常にきれいな分離構造を保持するのみならず，臨界電流値を越えて実にトンネル電流を増加させると抵抗状態から再び超電導トンネル状態に復帰するという奇妙な現象を示すことを見出した。通常のＳＩＳ構造のジョセフソン素子において，その絶縁物層の厚さを薄くして結合の度合いを強くするとトンネル電流の臨界値が大きくなり，この電流によって発生する自己磁場がＤＣジョセフソン効果の特徴であるフランホーファ型回析パターンを傾けることは良く知られている。今回のPb－Cu－Pb素子はＳＩＳ素子よりも強結合であり，ジョセフソン電流値も大きい。このため，フランホーファ型回析パターンを大きく傾け，回復現象を出現させたものと考えられる。

これらは半定量的な解析結果からも説明出来，また，この回復現象が観測された位置での周期性から求めたPbのLondonの侵入深さの値が他の文献値と良く一致することからも支持されるものである。

さて，ＳＮＳ素子よりも更に強く結合した素子として，第Ⅱ種超電導体を障壁層とする新タイプのジョセフソン素子の提案が九州大学の山藤助教授らによってなされていた。

筆者はこのＳＳＳ素子がジョセフソン効果を示すかどうかを実験的に検証する目的で，Pb－PbIn－Pb構造の薄膜素子を作成し，この素子が間接的並びに直接的ＡＣジョセフソン効果を示すかどうかを調べた。その結果，この素子はＡＣジョセフソン効果を示すだけでなく，Shapiro's stepがＳＩＳ素子に比

べて2～3桁も大きく，マイクロ数の発振出力も10^{-11}wattとこれまでの報告例の中でも最大値に近いこと，これらの現象が1,000Oeに近い印加磁場中においても観測できること，又種々の素子特性とか素子構造の解析からマイクロショートを含む絶縁物層を持ってはいないこと，などが明らかとなり，ＳＳＳ素子の存在を検証出来たものと推定した。

論文の審査結果の要旨

超電導体におけるジョセフソン効果は超電導体における位相の問題とからんで物性物理学の重要な発見であった。そしてこれは単に基礎的問題に止らず極微磁場測定のセンサーやコンピュータ素子としての応用など広く注目されている。

三谷君は，ジョセフソントンネル素子が通常はＳＩＳ，すなわち2つの超電導体(Ｓ)にはさまれた絶縁体(Ｉ)の層状構造が基本になっているのに対してＳＭＳ，つまり中間層がメタルであるもの，さらに別種の超電導体，つまり$S_1S_2S_1$となっているような素子を作り，これにもジョセフソン効果が生ずる事を確認した。このようないわば強い結合状態にあるものを表題の強結合超電導トンネル素子と言うわけであるが，三谷君はこのような系で磁場をかける事によりＩＶ特性における超電導状態の再帰現象，すなわち電流が増加して行くと，普通は臨界電流値以上では超電導状態が現れないのに対し，これが再び出現する，という現象を発見した。これは実用的にも興味のある現象で理論，実験の両面から研究が進められた。その結果，この再帰現象は強結合特有の効果で，素子に流れる電流の作る磁場との相互作用によって説明される事が明らかとなった。この一連の研究はこれまでの弱い結合によるＳＩＳ素子では見られない新しい分野を開発したもので，理学博士の学位論文として充分の価値あるものと認められる。