

Generation of 120-fs laser pulses at 1-GHz repetition rate derived from continuous wave laser diode

A. Ishizawa,^{1,*} T. Nishikawa,¹ A. Mizutori,² H. Takara,³ H. Nakano,¹ T. Sogawa,¹ A. Takada,⁴ and M. Koga²,

¹NTT Basic Research Lab, NTT Corporation, 3-1 Morinosato Wakamiya, Atsugi, Kanagawa 243-0198, Japan,

²Oita University, 700 Dannoharu, Oita 870-1192, Japan,

³NTT Network Innovation Lab, NTT Corporation, 1-1 Hikari-no-oka, Yokosuka, Kanagawa 239-0847, Japan,

⁴The University of Tokushima, 2-1 Minami-Josanjima, Tokushima 770-8506, Japan,

OPTICS EXPRESS, Vol.19, No.23, pp22402-22409 (2011).

近年、超短光パルスと呼ばれるピコ秒以下のパルス幅を持つ光波は、基礎研究のみならず加工や医療など非常に広い分野で利用されている。従来、典型的には光パルスの繰り返し周波数は高いものでも数百 MHz 程度のものが用いられてきた。さらに繰り返し周波数の高い光波を用いることで、S/N 比の高い物性計測や、光周波数コム各成分の制御が可能になることから、GHz 超の高繰り返しパルスレーザーの開発が進められている。超短光パルスの発生法としては一般的にカーレンズモード同期や非線形偏波回転などの手法が用いられるが、繰り返し周波数は共振器長の逆数で決定されるため高い繰り返し周波数を実現するためには非常に短尺な共振器が必要となり、実験系の構築自体が困難になるという欠点があった。

本論文では連続波に対し位相変調を与えてサイドバンド発生を行うことで高繰り返し超短パルスレーザーを実現させている。変調周波数は 25GHz であり、深い変調度を与えて多数の光周波数コム成分を得るため、位相変調器を 3 台直列に用いている。位相変調のみでは強度としては時間的に一定であるが強度変調器によってパルス化される（図 1）。短いパルス幅を実現させるためにはスペクトル幅を増大化させる必要があるが、本論文では非線形光学効果の 1 種である自己位相変調効果を利用している。自己位相変調を効率よく発生させるため、光学ゲートで周波数を 1GHz に低下させエルビウム添加ファイバーを用いて増幅することで 1 パルスあたりのエネルギーを増大させる手法を用いた。その後、非線形光学効果を避けるためにビーム径を拡大した上でガラスブロックを透過させ、チャープ補償を行った（図 2）。これらの結果、パルス幅 120-fs、繰り返し率 1GHz の超短パルスレーザーを発生させることに成功した。

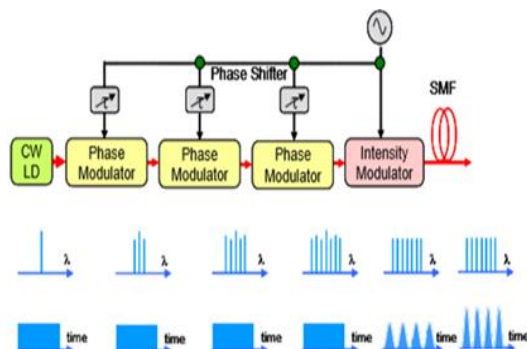


図 1：高繰り返し超短パルスレーザー生成機構

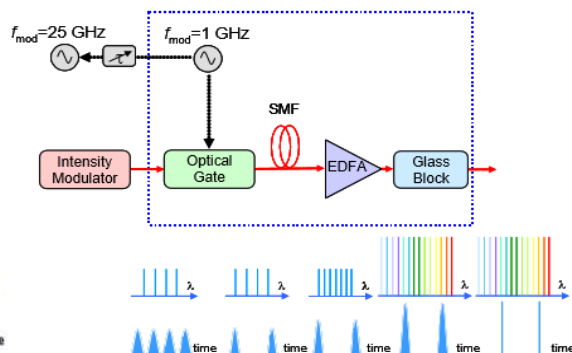


図 2：自己位相変調を用いたパルス幅圧縮

応用物理学特別演習

令和 2 年 1 月 28 日

数理物理工学研究室 修士一年 宮崎平太

Josephson Spin Current in Triplet superconductor Junctions

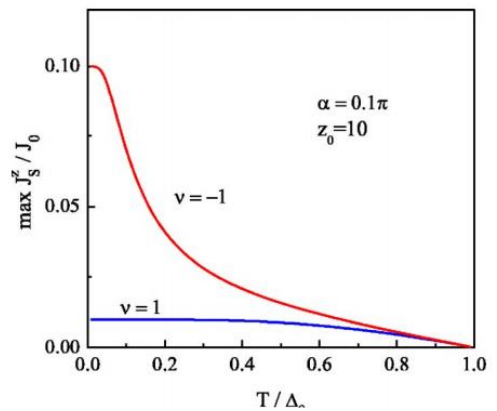
Yasuhiro Asano

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方に依存して、ジョセフソンスピン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方を向く 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流の温度依存性