

液体ヘリウムフリーを実現し、簡便化に成功

デスクトップ型ジョセフソン 電圧標準システムを開発

ジョセフソン素子の示す周波数-電圧変換機能を利用する電圧標準システムは、電圧の1次標準器として世界の主要な標準研究所において用いられている。しかし、それらのシステムでは液体ヘリウムが冷媒として用いられているために、液体ヘリウムの入手が困難な国や地域においてはそれらのシステムを利用することはできない。このため、液体ヘリウムを必要としないジョセフソン電圧標準システムの開発が求められている。

この要請に答えるために、当研究部門では、デスクトップ型冷凍機を装備したジョセフソン電圧標準システムの開発を行っており、今回持ち運び可能な液体ヘリウムフリーのジョセフソン電圧標準システムのプロトタイプが実現された。本システムに採用された素子は、32,768個のNbN/TiN_x/NbNジョセフソン素子(寸法4μm×4μm)をシリコンウエハ上に集積したものであり、産総研のクリーンルーム内において作製された。1個の素子の寸法は20mm×4.7mm×0.3mmである。用いた冷凍機はいわゆる2段のGifford-McMahon冷凍機であり、そのコールドヘッドは高さ

50cm、直径12cmの円筒型のステンレス製ジャケットによって覆われている(写真)。

素子はジャケットの内部において冷凍機のコールドヘッドに接触させて冷却されており、コールドヘッド内部に埋め込まれたヒータに電流を供給することによって8-10Kの適当な温度に素子の温度を設定できる。

外部の回路からバイアス電流とマイクロ波(16GHz)を素子に供給することによって電圧標準素子としての動作試験を行った。その結果、素子の電流-電圧特性上に明瞭な定電圧ステップが観測された(図)。定電圧ステップの幅は1mA以上あり、環境雑音に対する素子の安定性を保証する上で十分な大きさである。

近い将来、今回開発したシステムにGPS(Global Positioning System)電波源を周波数基準源として用いるマイクロ波発生装置を付加する予定である。そうすることによって、100Vの交流電源さえあればどこでも高精度電圧を発生することが可能なジョセフソン電圧標準システムが実現されることになる。なお、現在得られている電圧の最高値は1Vであるが、最終的に10Vまで増大させる予定である。

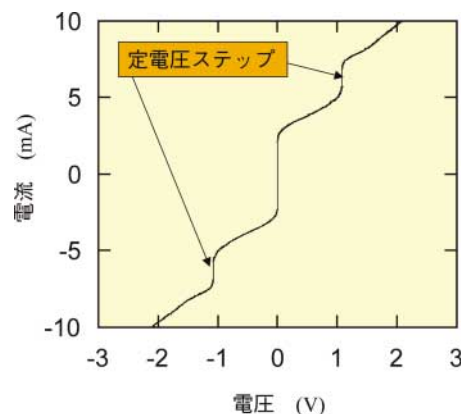
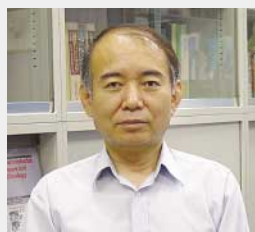


写真 デスクトップ型ジョセフソン電圧標準システムの概観

図 デスクトップ型ジョセフソン電圧標準システムの動作特性



しょうじ あきら
東海林 彰
a.shoji@aist.go.jp
エレクトロニクス研究部門

関連情報

● 日経産業新聞、日刊工業新聞、日本工業新聞、化学工業日報新聞 2002年6月6日