

ジョセフソン接合アレー素子による標準電圧発生器の校正 —プログラマブル型素子による校正への移行—

Calibration of a zener voltage standard using Josephson junction arrays

-Towards calibration using a programmable array-

産総研¹, 工研院² 丸山 道隆¹, 岩佐 章夫¹, 陳 士芳², 金子 晋久¹

AIST¹, ITRI² Michitaka Maruyama¹, Akio Iwasa¹, Shih-Fang Chen², Nobu-hisa Kaneko¹

E-mail: iwasa@ni.aist.go.jp

産総研計測標準研究部門 (NMIJ) では、液体ヘリウム冷却コンベンショナル型のジョセフソン接合アレーによる電圧測定装置を用いて標準電圧発生器 (電圧発生装置) の校正を、機械式冷凍機冷却のプログラマブル型のジョセフソン接合アレーによる電圧発生装置を用いて直流電圧計の直線性の校正をおこなう体制をとってきた。昨今の世界的なヘリウム供給不足により、NMIJ においてもヘリウム使用量の削減に寄与すべく、機械式冷凍機冷却のプログラマブル型のジョセフソン接合アレーによる電圧発生装置を標準電圧発生器校正のための電圧測定装置としても活用できるよう、装置の改造を進めてきた。この度、接合素子の最適化及び校正用ソフトウェアの開発が進んで機械式冷凍機による標準電圧発生器の校正に目途が立ったので報告する。

1. 二種類のジョセフソン接合

図 1 に、コンベンショナル型ジョセフソン接合 (a) とプログラマブル型ジョセフソン接合 (b) のマイクロ波照射時の電流電圧特性の違いを、一接合について模式的にあらわした。一つのバイアス電流値に対して (a) は多くの電圧値をとりうるが、(b) はとりうる電圧値が一つのため比較的制御しやすく、ノイズ耐性も大きいという特徴をもつ。実用的な電圧を得るためにジョセフソン接合は直列接続されアレーとして標準電圧発生素子を構成している。このとき (a) ではアレー全体の電圧ステップ幅が最小の電圧ステップ幅をもつ接合の特性によって制限される一方で、ゼロバイアス ($I = 0$) での動作が可能のため、ステップ上では常に正確な電圧値が保証される。それに対し、(b) では素子特性のばらつきが電圧ステップ両端付近のなまりとしてあらわれる。よ

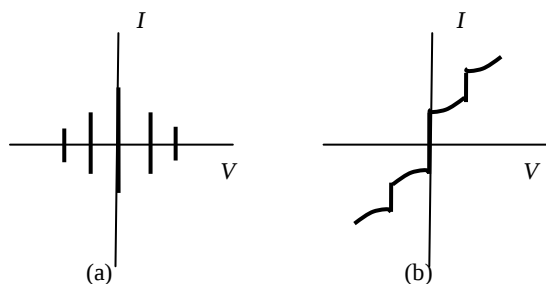


図 1 I-V characteristics of two types of a Josephson junction; conventional type(a) and programmable type(b).

って (b) の場合には随時電流バイアス値の妥当性確認作業が必須となる。

2. トレーサビリティ体系図

図 2 に、新たなトレーサビリティ体系図を示す。従来からの液体ヘリウム冷却のコンベンショナル型のジョセフソン接合アレーによる電圧測定装置 (CJJAVS) は、維持される。機械式冷凍機冷却のプログラマブル型ジョセフソン接合アレーを用いた電圧測定装置 (PJAVS) は、電圧発生装置として直流電圧計 (DVM) の校正に用いられるほかに標準電圧発生器 (ZVS) を校正する際のワーキングスタンダードとしても用いられる。これら二種類のジョセフソン接合で構成される両電圧測定装置間では、妥当性確認のために適宜比較作業がおこなわれる。

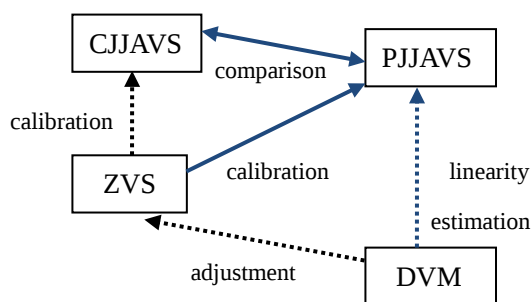


図 2 Traceability chart of DC voltage standard in NMIJ:

Solid lines are new scheme.