

交流電圧標準の高度化を目指して

ジョセフソン素子を用いたファスト・リバースDC測定

交流電圧標準は、交直変換器を介して直流電圧標準から導出されるが、交直変換器の変換特性の精密な評価は困難であり、交流電圧標準の導出において、不確かさの支配的要因となっていた。そこで我々は、疑似直流および疑似矩形波を用いて交直変換器を精密に評価する方法(改良型ファスト・リバースDC法:以下FRDC法と略す)を考案した。

この方法では、図1(a)に示すように、疑似直流波形に周期的な数 μs の零レベルへのスイッチングを導入する(DC+波形、DC-波形)。交流波形は、DC+波形およびDC-波形の一部を交互に組み合わせた疑似矩形波として合成される(FRDC波形)。これらの波形を、図1(b)に示すような回路を用いて交直変換器に入力し、その応答を比較することにより、変換特性の精密評価を行う。この方式に基づき、半導体回路を用いて、1994年に産総研の前身の一つである電総研で開発されたFRDC装置は、現在米国、カナダ、オーストラリア、韓国、欧州10カ国など、多くの先進工業国の国立標準研究所において、交直変換器の 10^{-7} レベルでの精密評価に使用されている。

一方、近年のジョセフソン電圧標準素子の研究の進展により、発生電圧を高速に切り替えることの可能な、プログラマブル型素子が開発された。この素子にマイクロ波を照射した場合、量子効果によって、電流-電圧特性に定電圧ステップが生じる(図2)。この定電圧ステップを利用することにより、半導体回路を凌駕する安定度を有するFRDC波形を導出することができるようになった。

今回、半導体回路に代わり産総研で開発したプログラマブル型ジョセフソン電圧標準素子を用いてFRDC測定を行い、世界で初めて 10^{-8} レベルでの交直変換器の精密評価を実現した(写真)。この研究を進め、産総研における基礎標準として位置づけていくことによって、交流電圧標準における校正の不確かさの一桁以上の向上が期待できる。

また、産総研ではインターネット技術を用いた遠隔校正技術の開発を行っている。今後FRDC法と遠隔校正技術を組み合わせることにより、世界的に整合性のとれた高精度の交流電圧標準の実現を目指した研究開発を行っていく。

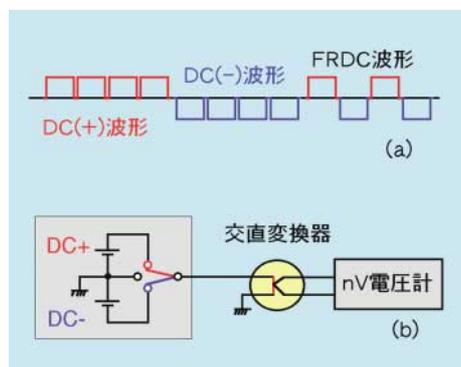
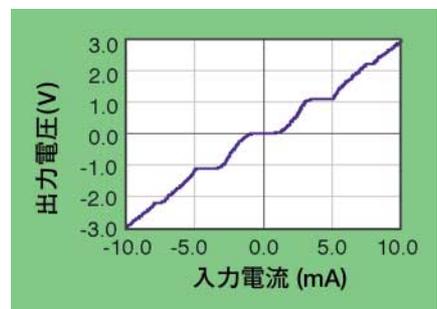


図1(左上) ファスト・リバースDC法の原理

図2(右上) ジョセフソン素子にマイクロ波を照射した場合の電流-電圧特性

写真(右下) 実験装置



さ さ き ひ と し
佐々木 仁
hitoshi-sasaki@aist.go.jp
エレクトロニクス研究部門

関連情報

- 計測標準研究部門 併任
- H. Sasaki, H. Yamamori, K. Takahashi, H. Fujiki and A. Shoji : IEEE-IM, Vol. 52 (Printing).