

太陽光発電設備の絶縁抵抗測定の大範囲化

高島 工・池田 一昭・大関 崇
産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター システムチーム

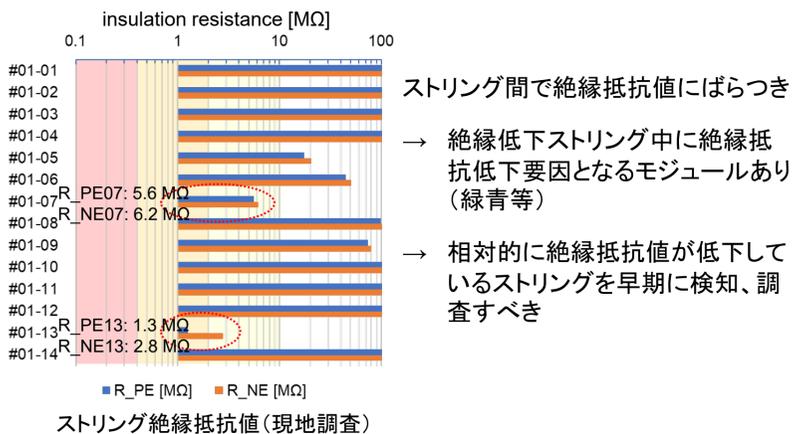
絶縁抵抗監視領域拡大の意義

太陽光発電システムの絶縁抵抗低下による感電や火災を未然に防止するために、太陽光発電システムの電路と非充電部との絶縁抵抗低下の検出は重要

地絡検知：現状の主たる絶縁抵抗低下検出
300 Vを超える電路：絶縁抵抗要件0.4 MΩ (漏洩電流1 mA)
(電気設備に関する技術基準を定める省令第58条)

太陽光発電システム保守点検ガイドライン(JEMA、JPEA)、2016年12月28日制定：

“ほかの太陽電池サブアレイ及びストリングに比べて異常に低い値(例えば、数100 MΩ又は数10 MΩに対し、数MΩまたは1 MΩ以下)がある場合は切り離すなどして原因を調査する。”



→ ストリング間で絶縁抵抗値にばらつき
→ 絶縁低下ストリング中に絶縁抵抗低下要因となるモジュールあり(緑青等)
→ 相対的に絶縁抵抗値が低下しているストリングを早期に検知、調査すべき

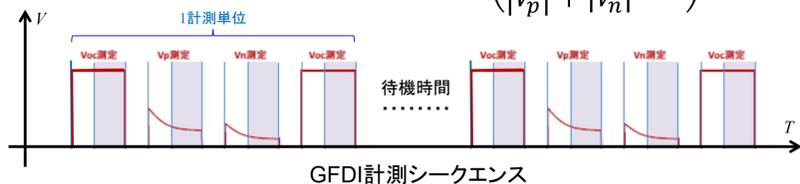
絶縁抵抗常時監視：地絡事故予防保全に有益

本報告：予防保全に向けて絶縁抵抗測定範囲を拡大した装置の性能評価

絶縁抵抗測定範囲の拡大

試作装置(GFDI: Ground Fault Detection Interrupter)測定方式：自己バイアス方式
測定：開放電圧 V_{oc} 、正極対地電圧 V_p 、負極対地電圧 V_n

$$R_{ins} = (R_d + 2R_g) \left(\frac{V_{oc}}{|V_p| + |V_n|} - 1 \right)$$



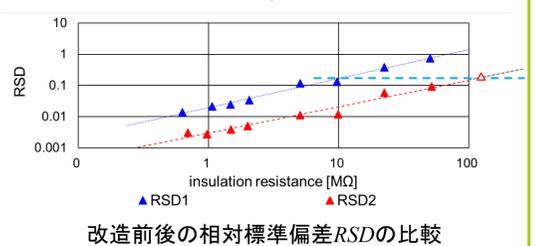
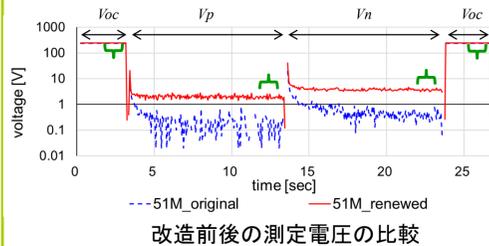
対象：単結晶シリコンモジュール8枚直列ストリング(1枚は表面ガラス割れ)

回路パラメータ：改造前(100 kΩ~数MΩ)： $R_d = 0.27 \text{ k}\Omega, R_g = 56 \text{ k}\Omega$
改造後(20 MΩ~100 MΩ)： $R_d = 2.7 \text{ k}\Omega, R_g = 560 \text{ k}\Omega$

評価パラメータ 各極対地電圧平均値の和 $V = |V_p| + |V_n|$

各極対地電圧標準偏差の和 $\Delta V = \sigma_{V_p} + \sigma_{V_n}$

相対標準偏差(測定のばらつき) $RSD = \frac{\Delta V}{V}$



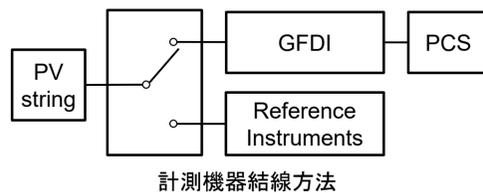
測定精度の許容範囲の拡大：

改造前機器による10 MΩ測定時のRSD： 0.166

改造後機器において同等精度の測定→絶縁抵抗118 MΩ程度まで測定可能

異種計測器による同ストリング絶縁抵抗同時測定

- 測定の目的：
 - ・ 試作機と市販機(測定範囲：~10 MΩ程度)の絶縁抵抗推定値を比較
 - ・ 高絶縁抵抗領域(10 MΩ以上)の測定能力を比較



- 測定方法：
 - 同ストリングの絶縁抵抗
 - (ほぼ)同じ環境条件下
 - 異種計測機器で(ほぼ)同時に測定

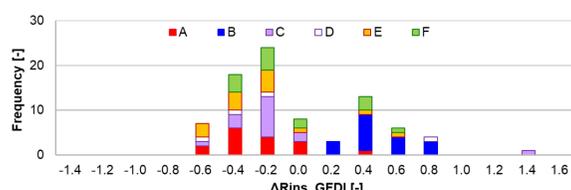
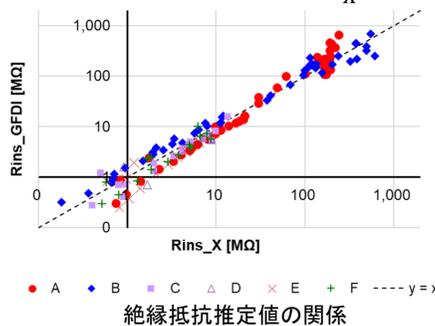
●使用機器： 試作機(GFDI)、市販機

●絶縁抵抗推定値の関係：
市販機に対し試作機はほぼ同等に絶縁抵抗を推定

●規格化誤差による評価

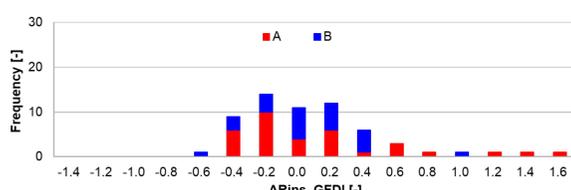
機器	GFDI	A	B	C	D	E	F
方式	自己バイアス	PVΩ	自己バイアス	自己バイアス	PN短絡	自己バイアス	自己バイアス
測定範囲	0.1 MΩ~	~2000 MΩ (500 Vレンジ)	~2 MΩ(画面表示) (~1000 MΩ:内部)	~99 MΩ	~199 MΩ	~19.99 MΩ	~9.99 MΩ
計測時間	10秒 (設定可変)	4秒以上	10秒	約30秒		30秒、180秒、300秒、600秒、900秒	10秒 (設定可変)

$$\Delta Rins_{GFDI} = \frac{Rins_{GFDI} - Rins_X}{Rins_X}$$



	A	B	C	D	E	F	All
median	-0.30	0.39	-0.17	-0.23	-0.26	-0.24	-0.15

規格化誤差の分布と中央値(絶縁抵抗10 MΩ未満)



	A	B	All
median	-0.07	0.07	0.05

規格化誤差の分布と中央値(絶縁抵抗10 MΩ以上 [A, B内部値のみ])

結論と今後の課題

- 太陽電池ストリングの絶縁抵抗測定範囲を拡大した装置の性能を評価
 - 数MΩ程度までを測定範囲としていた既存機を改造し、既存機と同等のばらつきで100 MΩ程度まで測定可能
 - 実ストリングを試作機と市販機で同時測定し、市販機に対して試作機がほぼ同等に絶縁抵抗を推定していることを確認

- アレイ単位の絶縁抵抗測定を行い、アレイ内の絶縁低下の検出性能を評価
- 絶縁抵抗常時監視の技術課題の明確化

謝辞：本研究成果の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものである。