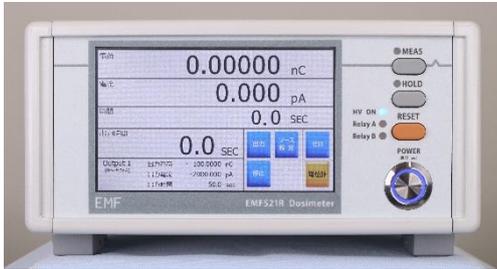


電流出力端子(オプション)

電位計の電流と電荷の測定精度を点検できます



<電流出力時の測定画面>



<2つの電流出力端子>



<出力設定画面>

■概要

リニアックなどのモニター線量計校正用の電離箱と電位計の校正方法については、永年電離箱と電位計の組み合わせを決めて校正する一体校正が行われてきました。しかし2018年度から電離箱と電位計を別々に校正する「分離校正」が選べるようになり、将来的にはほとんどの校正が分離校正へ移行すると言われています。

この分離校正で電位計には「1.0000」前後の数値の「電位計校正定数 k_{elec} 」が付与されるようになり、3年間隔で校正されることになりました。そのため3年間に亘り k_{elec} が変化していないか日常的に確認しておくことが重要となり、この確認に用いるための電流ソース(電流源)が電流出力端子です。EMF521R型シリーズ電位計は電流出力端子を組み込む事が大きな特長となっています。

この電流出力端子は電位計の測定性能を確認するための装置ですので、設定した電流[pA]と電荷[nC]を正確かつ安定に出力できることが求められます。そこで本機の電流出力端子は校正機関や電位計メーカーが校正用に使用している電流ソースと同レベルの高い精度と安定性を実現しました。

それに加え本機の電流出力端子は出力電流[pA]と出力時間[sec]を設定し、その積で出力電荷[nC]を設定する方式のため、実際にリニアックなどで照射中の電離箱から出力される電流と時間を設定することができ、実態に近い電流出力で点検することができます。

■操作は極めて簡単



<電位計のメニュー>



<自分自身を点検>



<他の電位計を点検>

電位計のメニューから「電流ソース」を選択すると、電流ソースの出力設定画面が開きます。この画面で出力電流[pA]と出力時間[sec]を設定すると、電流×時間で出力電荷[nC]が設定されます。希望する電流が 2000pA 以下の場合には Output1 の端子にケーブルを接続し、それ以上で 20000pA 以下の場合には Output2 へケーブルを接続して下さい。例えば Output1 の端子にケーブルを接続し、出力電流に -2000.000pA を設定して出力時間に 50.0sec を設定すると -100.0000nC の出力電荷が設定されます。出力極性は+と-のどちらでも設定できます。

出力電流は Output1 が $\pm 0.000\text{pA} \sim \pm 2000.000\text{pA}$ を、Output2 が $\pm 0.00\text{pA} \sim \pm 20000.00\text{pA}$ を設定でき、出力時間は 0.1~1000.0sec を設定できます。その結果出力電荷は Output1 が $0.0000 \sim \pm 2000.0000\text{nC}$ を、Output2 が $0.000 \sim \pm 20000.000\text{nC}$ を設定できます。(ただし、Output1 から出力できる電流の分解能は 0.005pA のため、それ未満は実際には 0.000pA だけしか設定できません。同様に Output2 の 0.05pA 未満は実際には 0.00pA だけしか設定できません。)

■EMF521R 型自身だけでなく他の電位計も点検できます。

専用ケーブルを EMF521R 型電位計の Detector 端子へ接続することにより EMF521R 型自身を点検することができます。同様に専用ケーブルを他の電位計へ接続して点検することもできます。

(接続する電位計の高圧を必ずゼロ V に設定して頂ければ他社の電位計に接続された場合でも故障する可能性は極めて低いと思われませんが、万が一接続によって故障した場合は補償の対象外となります。)

■「電流出力端子」の出力は極めて安定しています。

当社で測定した出力電荷のばらつき具体例を示しますと、EMF521R 型電位計の入力端子と Output1 とを付属の専用ケーブルで接続し +1980pA と +198pA 出力を 50 秒間、つまり +99nC と +9.9nC の出力電荷を 10 回繰り返し測定した結果の相対標準偏差の例はそれぞれ 0.00019% と 0.00078% でした。このように電流出力端子の出力は極めて安定しています。優れた安定性は電流出力回路に組み込まれた温度センサーの信号を基に内部のコンピュータが出力電流を自動的に温度補正することにより実現しています。このため電源投入後の暖機の途中でも安定した電流と電荷を出力できます。

■出力電荷の変動はリニアックの出力揺らぎの 1/10 以下です。

2019 年に 3 カ所の病院にご協力頂き、最近の 2 機種のリニアックの 6MV の X 線の出力揺らぎを PTW 社製 TN30013 型電離箱と EMF521R 型の組み合わせで測定させて頂きました。この時に 10 回繰り返し照射して測定した電荷の相対標準偏差は 0.0076%・0.0097%・0.0389% を示しました。これに対し前記の電流出力端子の値は 0.00019% と 0.00078% でしたので、リニアックの出力揺らぎの 1/10 以下でした。このことから電流出力端子の出力はリニアックの X 線出力より安定していることが判ります。

■出力電荷の不確かさをあらかじめ確認可能

本体の EMF521R 型電位計が医用原子力技術研究振興財団で分離校正(JCSS 校正)を受けている場合、電位計校正定数 k_{elec} の不確かさは 0.16% と表明されていますので、それを利用して EMF521R 型に内蔵された電流出力端子の不確かさをあらかじめ確認しておくことが可能です。

■電位計の測定性能を詳細に調べることができます。

電位計の広範囲の電流直線性や 0.1 秒～1000 秒間の電荷測定における時間直線性を確認できます。また繰返し出力の再現性が優れていますので、電位計の繰返し性評価を行うことも可能です。

■延長ケーブルの健全性を確認できます。

普段お使いの電離箱用延長ケーブルの健全性が疑われる場合、電流出力端子と電位計の接続にその延長ケーブルを接続すると正常かどうかを確実に判定できます。

■EMF521R 型の電流出力端子の仕様

1. 電流制御方式 : 出力電流をフィードバック制御するアクティブ方式
2. 出力電流波形 : 直流
3. 出力電流範囲 : Output1 0.000pA～±2000.000pA 最小分解能 約 0.005pA
Output2 0.00pA～±20000.00pA 最小分解能 約 0.05pA
4. 出力設定方式 : 出力時間と出力電流を設定。その積で出力電荷が自動設定される。
5. 出力時間設定範囲 : 0.1 秒～1000.0 秒
6. 出力電流設定範囲 : Output1 0.000pA～±2000.000pA 最小設定分解能 0.001pA
Output2 0.00pA～±20000.00pA 最小設定分解能 0.01pA
7. 出力電荷表示範囲 : Output1 0.0000nC～±2000.0000nC 最小分解能 0.0001nC
Output2 0.000nC～±20000.000nC 最小分解能 0.001nC
8. 出力電流有効範囲 : Output1 ±20pA(最小定格電流)～±2000pA(最大定格電流)
Output2 ±200pA(最小定格電流)～±20000pA(最大定格電流)
9. ゼロ点ドリフト : 最小定格電流に対し±0.1%以内
10. ゼロ点ドリフトの温度係数 : 最小定格電流に対し±0.015%/°C以内
11. 出力電流の温度係数 : 最大定格電流の 1/2 を出力時に±0.0025%/°C以内
12. 出力電流の直線性 : 最大定格電流の 1/2 を基準に全有効範囲で±0.1%以内
13. 出力電荷の時間直線性 : 最大定格電流の 1/2 を出力時に 10 秒を基準に 1～100 秒で±0.01%以内
14. 出力電荷の不確かさ : Output 1 出力時間 50 秒で±1nC～±100nC において 0.29%以内
(k=2・納入後 1 年以内) Output 2 出力時間 50 秒で±10nC～±1000nC において 0.20%以内
15. 長期安定性 : ±0.1%/年以内
16. 安定化時間 : 起動後 1 時間経過時を基準として、15 分経過時と 6 時間経過時の最大定格電流の 1/2 の出力の差が±0.02%以内
17. 繰返し性 : 最小定格電流を 50 秒出力させ電荷測定を 10 回繰り返した場合の相対標準偏差が 0.01%以内
18. 専用接続ケーブル : 三重同軸 BNC コネクタ付き電離箱用延長ケーブル 3m 長 (付属品)
19. 使用時の環境 : 気温：20～30°C 湿度：10～80% (結露が無い事) 暖機時間：15 分以上

※上記内容の一部は予告なく変更される場合があります。

作成：2020 年 1 月 21 日 EMF ジャパン株式会社