電荷敏感型前置増幅器を用いた X 線の電流測定

Current Measurement of X-rays with using a Charge-sensitive Preamplifier

京大工 [1]，レイテック [2]　○神野 郁夫 [1]，尾鍋　秀明 [2]

Kyoto Univ. [1], Raytech Corp. [2], ○Ikuo Kanno [1], Hideaki Onabe [2]

E-mail: kanno@nucleng.kyoto-u.ac.jp

緒言　X 線コンピュータ断層撮影(CT)はがんや人体内の異常を発見する有力な診断法であり，病院の CT では X 線を電流として測定する．しかしこれに使用する電流敏感型前置増幅器は X 線に起因する電流と一緒に検出器の雑音である暗電流も電圧変換するので雑音レベルが高い．このため CT 測定には大量の X 線を要する．そこで電荷敏感型前置増幅器を用いた低雑音の電流敏感型前置増幅器 VIEC を開発した．

原理　電荷敏感型前置増幅器から帰還抵抗を除去すると時定数が無限大となり，入射 X 線によって帰還容量に誘起される電圧は図 1 に示すように蓄積される [1)]．このため，測定を継続するには蓄積電圧が最小値となった時点で電圧をリセットする．帰還容量の最大蓄積電荷量は一定であり，リセット間の動作時間 T の測定により入射 X 線の電流測定が可能となる．

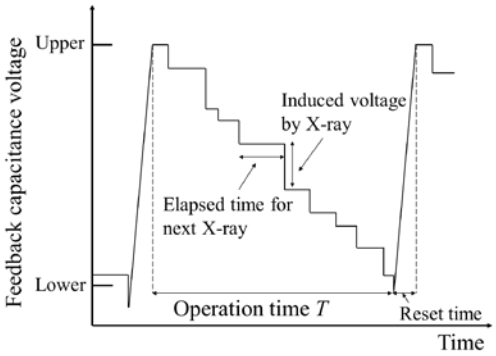

図 1．時定数無限大の電荷敏感型前置増幅器の帰還容量の電圧変化．

実験　寸法 5×5×0.5 mm の PIN ダイオード検出器を従来の電流敏感型前置増幅器 IPA-6 と VIEC(帰還容量 : 10 pF)とに接続し，オシロスコープで X 線の測定を行った. 実験配置を図 2 に示す．この実験配置で IPA-6 では(a)30 kV，3 mA の X 線の測定ができなかった．加速電圧 30～60 kV，電流値 1 mA の X 線を VIEC で測定した場合の帰還容量電圧の時間変化, すなわち電流値を図 3 に示す．VIEC では，(b)アクリル 6 cm＋アルミ 0.5 cm を通過した 30 kV，1 mA の X 線の測定が可能であった．線量計で(a)および(b)の条件の X 線量を比較すると, (b)は(a)の約 1/750 であった．

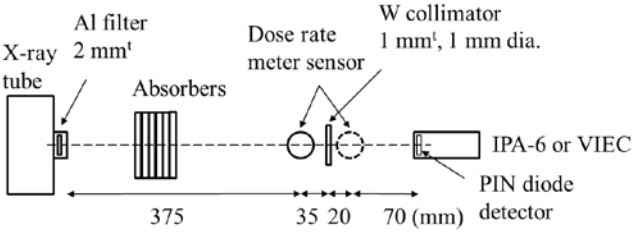

図 2.実験配置.

結論　X 線の減弱の計算による結果と上記(a), (b)の X 線量比とはよく一致した．図 3 では測定時間が秒オーダーと長い．これは小さい帰還容量を使用することで短時間化が可能である．

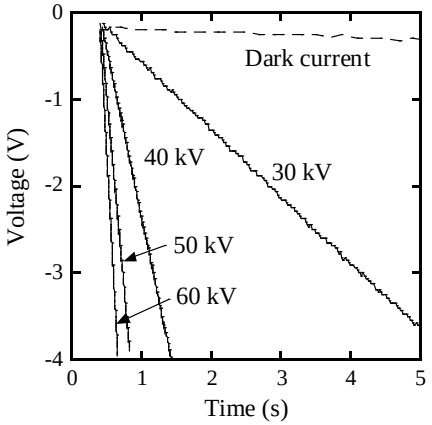

図 3．VIEC で X 線を測定した際の帰還容量の電圧値変化．

1）G. F. Knoll,　神野他訳,「放射線計測ハンドブック」第 4 版，p.638 (2013).