

蓋革計數器基本原理



蓋革-牟勒計數器（ Geiger-M ueller counter ）俗稱 G M 計數器或簡稱為蓋革管（ Geiger tube ），是現存幾種陳舊的輻射偵檢器之一。在 1928 年由蓋革（ Geiger ）和牟勒（ Mueller ）所提出，其基本的結構是包括兩個電極，外電極（負極）為空心圓柱，內電極（正極）則是位於圓柱內中心軸的細金屬線，在兩電極間則是充滿氣體（一般為鈍氣）。

一個典型的 Townsend avalanche 是由一單獨的原始電子所產生，而許多激態的氣體分子是由電子碰撞二次離子所形成。激動態的分子大約是在幾毫微秒的時間內降回基態，至於激動態與基態間的能量差，則釋出光子的方式帶出，其波長大約是介於可見光和紫外線之間。這些光子所帶有的能量是傳遞連鎖反應的主要關鍵，亦即構成蓋革放電的主要機制。當光子經由光電吸收作用而與陰極表面的氣體或管內其他位置的氣體互相作用時，則釋出一新的電子，此電子隨即遷移至陽極，然後再觸發另一次的突崩（ avalanche ）。

通常產生所有離子對和激動態分子所需的時間，對一突崩而言，僅為幾毫微秒（ $\sim 10^{-9}$ sec ）。因為激動態分子的壽命相當的短且光子以光速前進，所以管內兩次自由電子（ second free electron ）的產生幾乎是符合於首次突崩，而這些兩次自由電子僅需漂移至放大區即可產生二次突崩，其所需的時間亦僅需一微秒的一小部分而已，因此對整個蓋革放電過程所需的時間而言，大約也僅需一微秒而已。從單一突崩的發生到脈衝完整輸出所需的時間，較上述的蓋革放電為長，所以此時的脈衝振幅僅簡單地表為蓋革放電所產生全部電荷的總和。

一次蓋革放電的終止過程是來自正離子，而正離子的產生是在突崩時伴隨著電子的產生而來的，正離子的移動率遠低於自由電子，本質上，這些正離子是不動的，其不動的時間約為收集所有來自增值區域的自由電子。當這離子的濃度相當高的時候，陽極線周圍附近電場強度的大小會隨著正離子的存在而改變。因為離子代表一正的空間電荷，所以在離子和正電極之間的電場強度，將低於空間電荷不存在時的電場強度。因為電場強度必須高於某一低現值才能維持氣體增殖，所以最後終止蓋革放電的是正離子空間電荷的增建。施加定電壓到蓋革管時，蓋革放電的終端點均將相同，亦即某一固定正離子密度將需要降低電場強度至低於造成進一步增殖所需的最低值，所以每次蓋革放電均在達到大約相同的總電荷時終止，而不論由入射輻射所形成的原始離子對的數目是否相同，因此蓋革管的所有輸出脈衝均有相同的大小，亦即表示脈衝振幅無法指出入射輻射的特性。



對蓋革計數器的設計必須特別地留意，以防止過量多脈衝產生的可能性。

外淬熄 (External quenching) 的方法是用以在每次脈衝後的固定時間內，降低蓋革管所施加的高壓至某一定值，以避免高壓降至太低而造成無法支持進一步的氣體倍增，因此二次突崩也就無法形成，即使是在因即是出一自由電子亦然，換句話說，此一自由電子無法造成另一次的蓋革放電。另外經由內淬熄 (internal quenching) 的方法以防止多脈衝的可能性是一種較普通的方法。內淬熄是將第二種成分混合到充填氣體裡，通常這種淬熄氣體占充填氣體的 5-10%，其成分角原始充填氣體的分子構造更為複雜且擁有較低的游離位能。由於游離能的差別，將致使正電荷傳遞給淬熄氣體分子，原始正離子接受電子後形成

中性，且正離子淬熄氣體開始在其位置漂移。若淬熄氣體的濃度相當地高，則這些電荷傳遞碰撞足以使所有的離子終抵陰極，而這些離子將是淬熄氣體。當中性化時。過剩能（excess energy）可進一步地使較多的複雜分子分解。此處甚於在陰極表面事出自由電子，所以選擇適當的淬熄氣體，其氣體分子的分解機率較電子發射（electron emission）為大，則在蓋革管內將無而外的突崩發生。



蓋革放電之後，因為有正空間電荷的存在，電場隨即降低至臨界點之下，假若在此情況下，發生了另一次的游離事件，則由於氣體增殖的關係，而無法觀察到第二次的脈衝。此時，稱蓋革管為無感（dead），亦即在無感時間內，任何入射輻射對蓋革而言均是計數失落。蓋革管的無感時間，是指入射輻射所產生的正離子未達到陰極之前，若另有一輻射入射管內，則計數器內之氣體不會產生游離，亦即只初脈衝和二次蓋革放電之間的時距其質大約是 50-100 為秒之間。對任何實用的計測系統而言，在記錄兩次脈衝前必須完成一些有用的脈衝振幅。又發展兩次放電所溜走的時間（elapsed time）亦稱分解時間（resolving time），此時兩次放電超過前述的脈衝振幅。實際上無感時間和分解時間常交互作用，其中無感時間亦可用於描述真檢器—計測系統（detector counting system），至於復原時間（recovery time）是指蓋革管從入射輻射的放電作用起，致電極周圍的電場回復到放電前狀態時所需的時間，亦即蓋革管回到原始電場而足以產生全振幅的兩次脈衝所需的時間。

