

高速度ブラウン管のパルス強力加速

Electron Acceleration on High Speed Cathode-ray Tube by Short Width High Voltage Pulse.

藤 高 周 平・麻 生 忠 雄

Shuhei FUJITAKA and Tadao ASO

従来、ブラウン管の電子加速には直流高電圧が用いられ、ビーム集束にも直流電圧の利用がふつうである。高速度過渡現象の記録を目的とする、高速度ブラウン管では、記録能力を高めるために加速電圧を上昇させると共に、偏向系の応答特性を高めることが要求されるが、加速電圧の面のみでいえば、その実用電子管としての上限は最高約 50 kV 程度、わが国で普及している高速度ブラウン管などではたかだか 10 kV 程度に制約されている。製造技術上電子管として高い耐圧を付与することに困難があるからであろう。

高速度ブラウン管の記録速度上昇に対する要望は、昨今かなり強い。高速度ブラウン管の記録速度を捕うには、螢光膜間接撮影の光学カメラ系の改善が考えられるが、筆者は高速度ブラウン管をその耐圧性能の限界内で極度に利用するパルス加速の方式に着目した。一般に電圧短時間印加の場合の火花電圧あるいは絶縁破壊電圧は、直流など長時間印加の場合に比べればかなり高い。高速度ブラウン管の加速電圧を直流から、短いパルスに改めれば、直流通格値より相当程度高い加速電圧を採用しうるからである。高速度ブラウン管のパルス加速方式は、高電圧強力加速による記録速度の上昇のみに止まらず、回路の簡易化、装置の小型化が可能となるなど利点が多い。

(1) 高速度ブラウン管静電偏向系の応答限界

高速度ブラウン管の応答特性は、静電偏向系の電子走行時間によって制限を受ける。加速電圧を高めることに終始して、偏向系の応答特性を越えるようなビーム輝度を持たせることは無意味であるが、現在市販の 10 kV 級高速度ブラウン管 120 JB 11 などは、その間にまだ十分な余裕があり、加速電圧を上げて記録速度を高める余地が大きく残されている。高速度ブラウン管を極度に利用する立場から、偏向系応答限界と記録速度の協調点まで考えることが許される。

一般にブラウン管の加速電圧を n 倍にすれば、電子走行時間 τ は $1/\sqrt{n}$ に、記録速度は $n^2 \sim n^{2.5}$ 倍となる。上記の高速度ブラウン管は、10 kV 加速時について試算すれば $\tau \approx 0.3$ ns 程度で、ふつう時定数 $T = 5\tau = 1.5$ ns 以上の過渡変化分に対して正確な応答を示す。一応記録能力を別として、仮りにこれに見合う掃引時間を 150 ns とすれば、現用装置の記録しうる限界の掃引時間が 1,500 ns であって、その間にかなりの余裕がある。いま加速電圧を n 倍にすることによって、偏向系応答限界と記録速度の協調点に達するとすれば、その加速電圧

における掃引時間の比較から、加速電圧限界は $n \approx 3$ となり、これに対応する掃引時間を約 100 ns に短縮することができる。また控え目に $n=2$ を採れば、時定数 $T \approx 1$ ns の過渡変化分に正しい応答が期待でき、掃引時間を約 300 ns 程度として過渡現象の記録が可能である。筆者は、本研究の一応の目標を $n=2$ 程度のパルス強力加速に置いた。

(2) 高速度ブラウン管のパルス集束

高速度ブラウン管でパルス加速を採用した場合、一つの問題はブラウン管集束電圧の立上りである。パルス電圧印加時のビーム集束電圧分布は、従来の高抵抗分圧器では数 10 pF 程度の影響を受けて立上り部分がいちじるしく乱れ、ほとんど集束能力を示すことができない。漂遊容量の影響を避けるには、抵抗値の減少も有力な方法であるが、筆者は小容量分圧器を主体に用いることによって良結果を得た。これに付加する並列抵抗は、単に漏洩用に過ぎない。ビーム集束には各部の静電容量値の選択に注意し、微調整とくに入念を期する必要がある。たとえば筆者は第 1 陽極に 10 段階、第 2 グリッドに 5 段階などのタップ調整を行なった。高抵抗分圧器に比較すれば多少不便であるが、あらかじめ設定を正しく行なって置けば再調整の必要はとくにはない。パルス印加時において集束電圧に擾乱を及ぼす局部振動は初期 1 μ s にわたることもあるが、容量分圧器各部に制動抵抗をそう入することによってかなりの程度、これを抑制することができた。現段階では、なお若干局部振動が残っているが、最近のパルス技術をもってすれば、これを抑止することは至難なものではないと考えられる。

(3) 高速度ブラウン管のパルス強力加速

高速度ブラウン管にパルス加速方式を適用するに当たって装置の小型化・簡略化および記録能力上昇の観点から、加速電圧の印加方法・パルス波形などにいくつかの段階がある。もっとも素朴なのは、直流加速電圧をオシログラフ操作前後にオン・オフする方式である。直流耐量やコロナをさほど考慮する必要がなく、装置の小型化がこの程度でも期待できる。現象と同期した矩形パルスで加速を行なえば、さらに回路の簡略化、輝度制御回路の省略が可能である。

高速度ブラウン管の記録能力上昇を第一の目標とするパルス強力加速方式では加速パルスの波幅を短縮しなければ所期の過電圧加速を果たすことができない。加速パルス電圧を高める限界は、高速度ブラウン管の火花ある

研 究 速 報

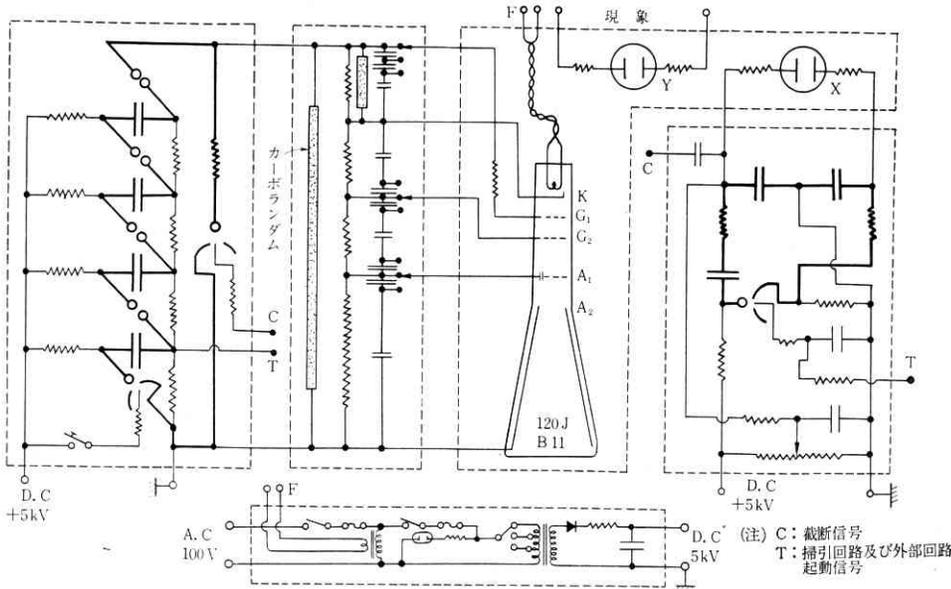


図1 パルス強力加速方式高速度ブラウン管オシログラフ例

いは絶縁破壊遅れの $V-t$ 特性によって定まる。直流耐圧をはるかに越えるパルス電圧に対しては、 μs 前後の波幅が要求されよう。筆者は、加速パルス電圧を掃引時間に見合った長さとし、合理的に加速電圧を高めるために、掃引電圧の最大値付近でトリガ電圧を得て加速パル

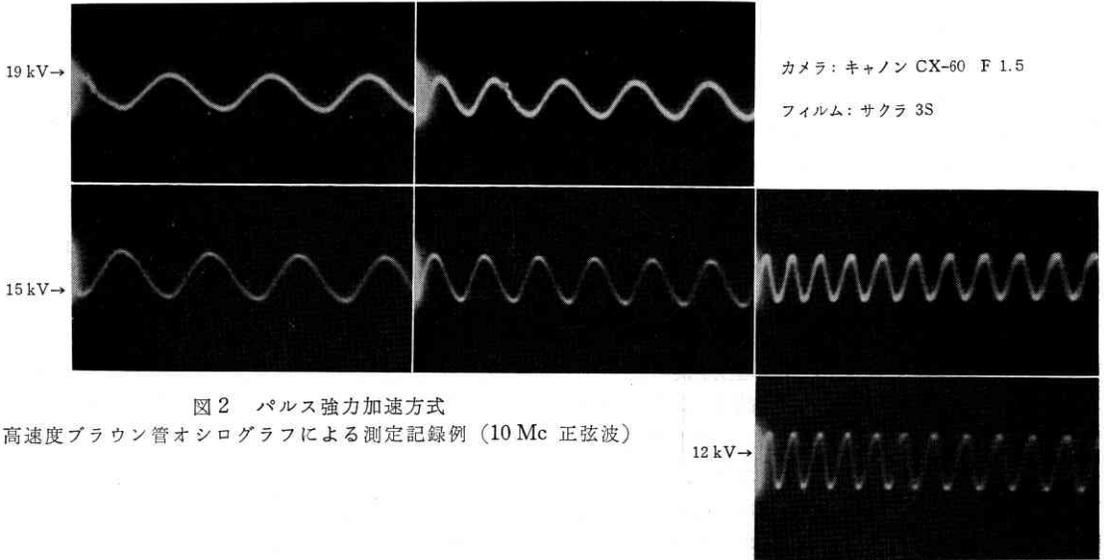


図2 パルス強力加速方式高速度ブラウン管オシログラフによる測定記録例 (10 Mc 正弦波)

スをさい断する方法を採った。

高速度ブラウン管 120 JB 11 では、加速電圧の約 80 % が第 1 陽極、第 2 陽極の間に加わる。その間の破壊電圧は、試験の結果 $(0 \times 350) \mu s$ 程度の長波尾波に対し 18 ~ 20 kV 程度であった。同一試験電圧に対し印加回数を 40 回として、その電圧帯における放電率は 0 ~ 5% であった。放電点は電極の支持碍管部で、真空放電までには至っていない。支持碍管部の絶縁補強が加えられれば、ブラウン管のパルス耐圧はさらに高くなろう。なお上記のさい断パルスに対しては、かなり高い耐圧が期待できる。

パルス強力加速を採用した高速度ブラウン管オシログラフの回路構成例を図 1 に示す。本装置などによる測定

記録例は、図 2 のようである。パルス加速時のビーム集束特性はほぼ満足すべきものであり、とくに加速電圧を高めることによつて記録速度はいちじるしく上昇し、従来の直流加速型に比較して 5 ~ 10 倍程度に高まったものと判断される。

高速度過渡現象の観測に、昨今では後段加速ブラウン管を利用する機会が多い。現象同期の問題、初期集束特性の改善など、パルス強力加速にはまだ解決を要する課題が残されているが、高速度後段加速ブラウン管に本方式を適用すれば、現在の記録速度を倍加して、その極限の壁を突破し得ると考えられる。

(1968 年 2 月 9 日受理)