

キセノンランプの正弦波電流変調 Sinusoidal Current Modulation of a Xenon Lamp

○今本洋平*, 岩田哲郎*, 荒木 勉**, 内田照雄***

○Youhei Imamoto*, Tetsuo Iwata*, Araki Tsutomu**, and Teruo Uchida***

徳島大工*, 阪大基礎工**, 摂南大工***

Univ. of Tokushima*, Osaka Univ.***, Setsunan Univ.***

E-mail: iwata@me.tokushima-u.ac.jp

We propose a direct current-modulation method of a xenon lamp that is usually used in a direct-current (dc) mode. By using a MOSFET, radiation from the xenon lamp was modulated sinusoidally with a modulation frequency of 100 kHz and with a modulation depth of 25 %.

1. はじめに

直流(DC)点灯キセノン(Xe)ランプは、紫外から近赤外波長域の波長連続な、汎用分光分析用光源、または計測機器用光源として広く用いられている。しかし、測定の信号対雑音比(SNR)向上のため、その放射光を変調させたいという要求が非常に強い。例えば、蛍光分光分析においては、変調光源とロックインアンプ等を組み合わせて、背景光に埋もれた微弱蛍光信号を取得しようとする場合などが当てはまる。吸光分光測定や光音響分光分析などにおいても同様である。

しかし、従来の Xe ランプは直流的に駆動させるのが常識であった。したがって通常は、機械的なチョッパー、音響光学(AO)素子、電気光学(EO)素子などを用いてランプからの放射光の変調を行っていた。しかし機械的なチョッパーは、チョッパー面上に光源の像を結像し、さらにチョッパー通過後の光束を試料等の目的物に結像する必要があり、光学的な形状が大きくなってしまふ。チョッピング周波数も高々数 10 kHz 程度である。また、チョッパーとそのドライバーに加えて、光学系の紫外波長対応化等、全体としてコストも高くなる。AO 素子や EO 素子の場合、高周波変調は可能であるが、チョッパーの場合と同様、結像光学系が必要であるといった問題があり、紫外波長域での分光透過率低下という問題が新たに生じてしまふ。特に EO 素子は、周辺制御回路や高圧電源等を含めて価格が非常に高くなる。結局、これらの手法では、付加的な光学系が必要になるため、システム構成上、通常の DC 点灯モードとの併用が容易でない。しかし、そのような使い方は、顕微分光などで特に要求されている。

そのような訳で、Xe ランプを直接電氣的に変調できればシステム構成上非常に有利であるが、これまでそのような報告は筆者らの知る限りなされていない。その理由は、Xe ランプを点灯するためには、点灯時に数万ボルトの高電圧パルスが必要なこと、点灯後の数アンペアのランプ電流を変調しなくてはならないこと、変調によってランプが一度消灯してしまうと、ランプを再点灯させるのが困難である、等の理由が挙げられる。今回、我々は、このような問題点を解消すべく、Xe ランプを直接電流変調させる基礎実験を行なった。

2. 電流変調回路

Fig.1 に Xe ランプの電流変調回路を示す。使用したランプは 35W タイプ (L2193、浜松フォトニクス) である。電源部には、Xe ランプを点灯させるための高電圧パルス発生器(スターター)が含まれる。SW1、SW2 は電流経路切り替えのためのスイッチである。先ず Xe ランプ点灯時には、SW1 をオン、SW2 をオフとして、従来の DC モードの Xe ランプと同様にして点灯させる。点灯後 SW2 をオンとし、次に SW1 をオフとする。このようなスイッチの切り替えを行なう理由は、スタート時の高電圧パルスによる MOSFET の破壊を回避するためである。ここで、R1 は電流制限抵抗、R2、R3 は、N チャネル MOSFET (BUK454-200B, Philips Semiconductors) のためのゲートバイアス設定用の抵抗である。この状態で、Xe ランプの電流は MOSFET を経由して流れる。ゲート電圧の調整により、電流値は可変にできる。ただし電柱値をあまり小さく設定するとランプが消灯してしまうので、ランプの定格にも依るが数アンペアの電流は常時流れるように設定しておく。この状態で MOSFET のゲートに結合用コンデンサー C を経て、周波数とピーク電圧値調整可能な正弦波信号を印加する。そのようにして Xe ランプを直接電流変調する。

3. 結果

周波数 100 kHz で電流変調させた場合の抵抗 R1 両端の電圧波形と、Xe ランプからの放射光を光電子増

倍管 (U7400 浜松フォトニクス、 $50\ \Omega$ 負荷) で受光した時のオシロスコープ波形を Fig.2 に示す。このときの変調度は約 25 %であった。変調度の最大値は、Xe ランプが消灯もしくは発光が不安定になる電流値と電源の最大電流容量によって決まり、本実験の場合、約 50 %である。MOSFET のゲート電圧と平均ドレイン電流、印加する正弦波のピーク電圧を最適化すれば、さらに向上させられると思われる。

4. おわりに

今後の課題として、ランプ電流の並列制御方式の検討 (本提案方式は直列制御)、より高周波応答させるために、電源部と Xe ランプアノード部に LC フィルタを配置する等の工夫、それに伴う変調度の向上等の検討が挙げられる。

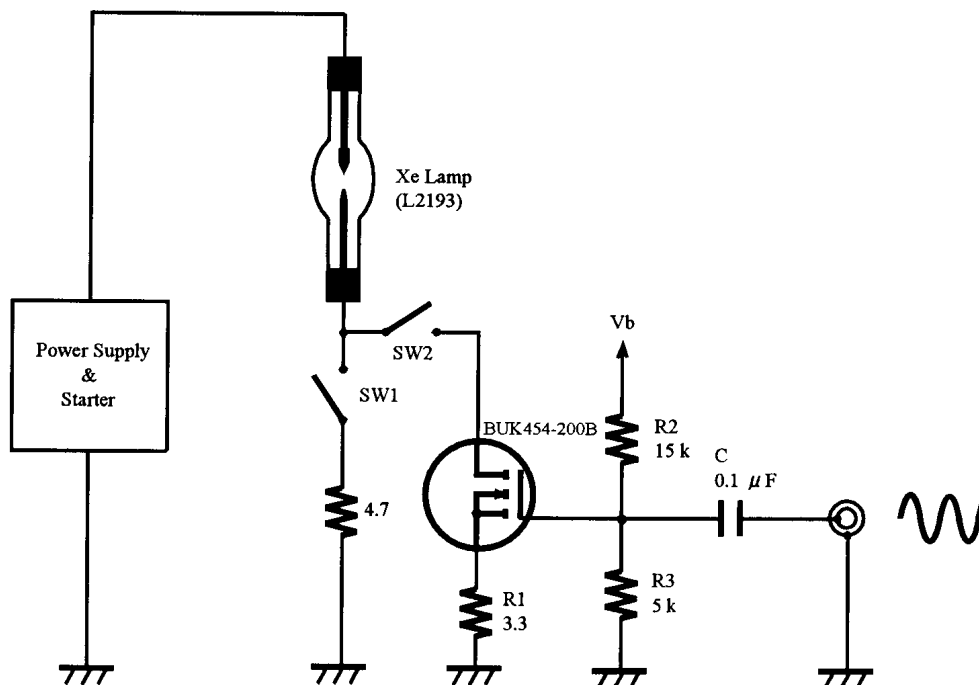


Fig.1 Circuitry diagram of sinusoidal current modulation of a xenon Lamp

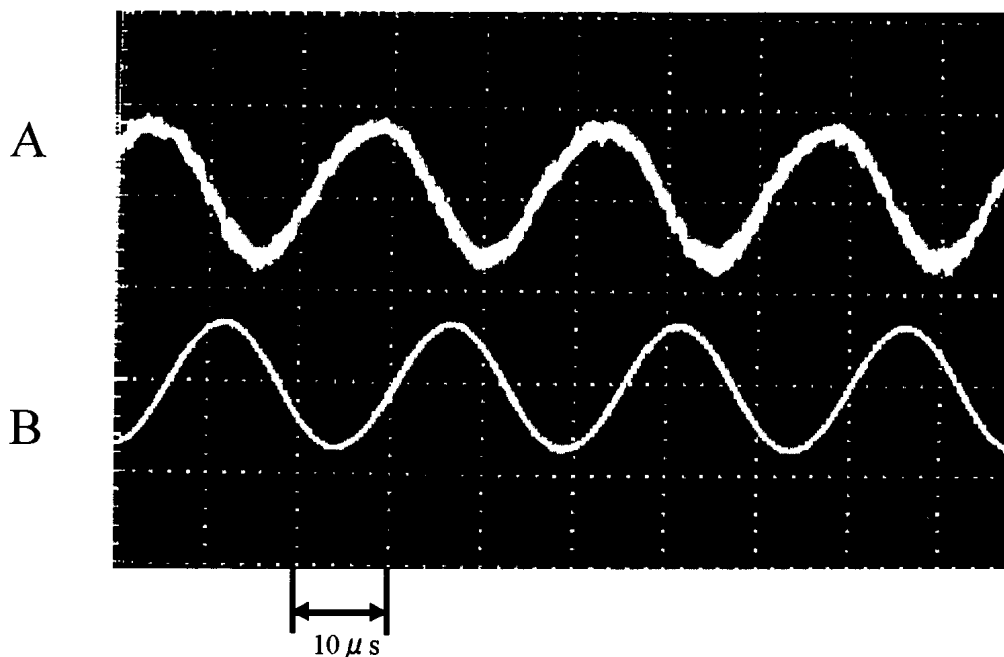


Fig.2 Oscilloscope waveform of a sine waveform for modulating a xenon lamp (B) and its radiation detected by a photomultiplier tube with a load resistance of $50\ \Omega$ (A).