

技術ノート

イメージコンバータカメラおよびイメージインテンシ ファイアの放電現象測定への応用

水野 彰*

(1978年5月15日受理)

1. イメージコンバータカメラ

イメージコンバータカメラ(以下I.C.と略記する)は電子管式超高速カメラである。パルスレーザ、プラズマ放電、爆発現象等の計測に応用されており、こま撮り(速度: $2 \times 10^4 \sim 2 \times 10^7$ frames/s, 露出時間: フレーム間隔の1/5), およびストリーク(流し撮り, 速度: $1 \text{ mm/ns} \sim 0.1 \text{ mm}/\mu\text{s}$ 程度)の2種類の写真撮影が可能である。I.C.の心臓部である像変換管の動作原理を図1に示す¹⁾。シャッタープレート, 補正プレート(上下偏向), シフトプレート(左右偏向)の三つの偏向板に図1(b)に示す電圧を印加することにより, 図1(c)のようにこま撮り写真を得ることができる。なお測定すべき現象の開始点が予測できない場合には, 「スタンバイモード」と称する図1(d)に示す方法により現象開始点を撮影することが可能である。これは前駆トリガープルスにより, あらかじめシャッターおよび補正プレートに正弦波を印加し, 第1および第2フレームを交互に出しておき(発光現象が開始しないかぎり像は見えない), フォトダイオードで検知した現象開始点の信号をトリガーとしてシフトプレートに階段状電圧を印加するものである。このスタンバイモードはとくに直流コロナ放電, および直流放電での火花閃絡現象を観測する場合に有用である。またストリーク写真(図1(e))を撮影する場合には, シフトプレートに記録速度に応じた傾きをもつ三角波を印加する。全記録時間は(画面の幅)/(速度)で決定される。なお像は必要最小限の幅にスリット状にしておくことが望ましい。

2. イメージインテンシファイア

イメージインテンシファイア(以下I.I.と略記する)

* 石川島播磨重工業株式会社技術研究所 (135-91 東京都江東区豊州 3-1-15)
Research Institute, Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd., 3-1-15, Toyosu, Koto-ku, Tokyo 135-91, Japan

は2次元画像の像増倍管である。電子管式I.I.は一段あたり約50倍の利得を持つエレメントを直列接続した形式であり, 3段式では利得約 10^3 倍, 解像度65 line pairs/mm, 4段式では利得約 10^6 倍, 解像度40 line pairs/mm, という性能が得られている²⁾。なお最近コンパクトなチャンネルプレート型I.I.(利得 5×10^4 倍, 解像度23 line pairs/mm)が実用化されている。I.I.の応用範囲は電子顕微鏡, スペクトル解析, X線回折等非常に広い。たとえば図2に示すようにI.C.の後段にI.I.を接続すればI.C.の適用範囲が飛躍的に向上する。なお微弱な発光の放電様態を観測する場合にもI.I.は効果的である。

3. I.C.およびI.I.を用いた放電現象の観測

放電現象を観測する際にはI.C.に紫外領域に感度を有する受光面を使用し, さらに石英レンズを使用する必要がある。I.C.単体では発光強度の大きい火花閃絡等が測定できるが, 後段にI.I.を接続することによりコロナ放電でのストリーマの伝播状況がストリーク写真として 1 mm/ns の速度で十分測定可能となる。このとき, とくに測定上問題となるのは, I.C.のトリガー方法, I.I.のハレーションの2点である。インパルス電圧印加時の放電開始時点は一定しない場合が多く, また直流電圧印加時には現象の開始点を予測することは困難であるため, 電極形状による現象の再現性の向上をはかり, I.C.のトリガー回路を工夫する必要がある³⁾。また火花閃絡の前駆放電現象を観測する際に, 前駆放電にI.C., I.I.の明るさを調節しておく, 非常に明るい火花閃絡のためハレーションを生ずる。この対策としてはポラロイドフィルムに代わってトライXフィルム(ASA 400)を使用すること, 火花閃絡時の発光によりI.C.の高圧電源を短絡する回路をトリガーする方法(ブランキング)等があげられる。なお測定前に連続光により焦点合せを行なう際, I.I.の発光面を焼損しやすいため十分注意する必要がある。また測定時にアーク放電等の強い連

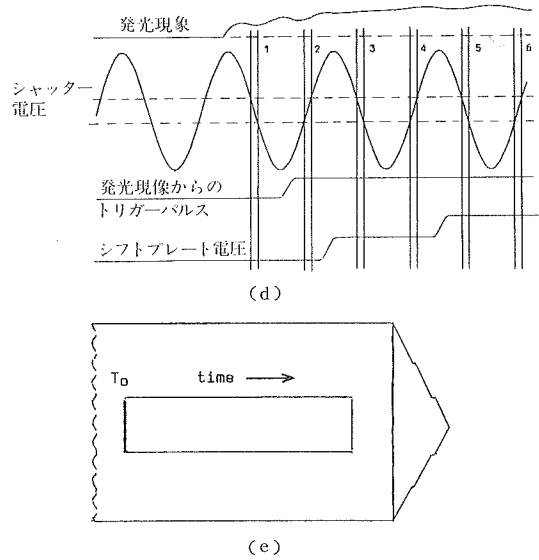
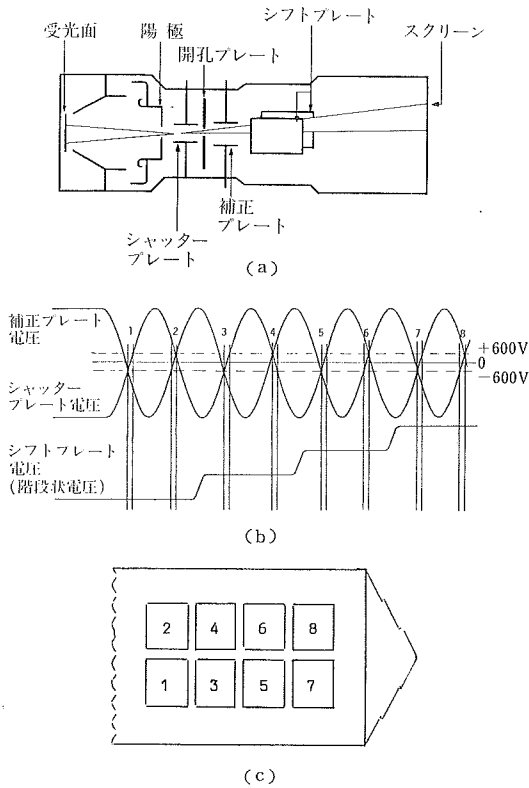


図1 (a) イメージコンバータカメラの構造
 (b) 各偏向板への印加電圧波形 (こま撮り)
 (c) こま撮り写真の画面
 (d) スタンバイモードでの動作
 (e) ストリーク写真の画面

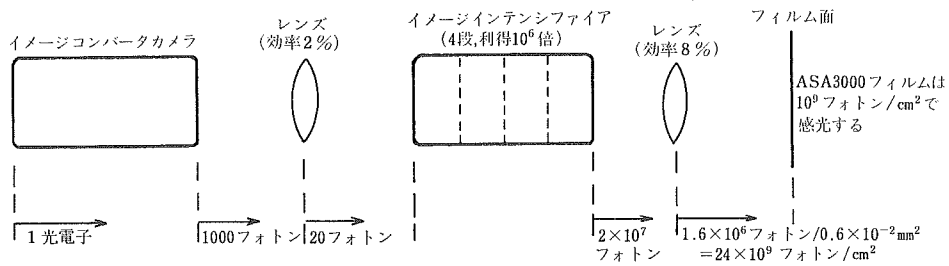


図2 イメージコンバータカメラとイメージインテンシファイアの結合

続光 (持続時間数十 ms 以上) が入射する場合には I. C. の受光面を焼損することがあるので、I. C. の前段に機械的シャッターを置く必要がある。なお本論は John Hadland Photonics Ltd. 製 I. C. および E. M. I. 製 I. I. の使用経験に基づくものであり、他社製のものでは若干異なる場合がある。

参考文献

- 1) Ima-con 700 operators manual, Hadland Photonics Ltd., U.K. (1977).
- 2) R.P. Randall: Operating Characteristics of a 4-stage Cascade Image Intensifier, E.M.I. Electronics Ltd. (1966).
- 3) 増田閃一, 水野 彰: 静電気学会誌 2, 2 (1978), 114.