

レーザ用光検波光電子増倍管の特性

Characteristics of a High-speed Photomultiplier Tube C-70045 A as Laser Detector

藤 井 陽 一・魚 谷 裕 士

Yoichi Fujii

Hiroshi Uotani

はじめに

レーザを利用した通信方式については、すでに数年の研究がかさねられ、その実現には、高感度を有し、かつ広い周波数応答を有するレーザ光の検波器が不可欠であることが理解されてきた。そのため、高感度広帯域の光電子増倍管の研究が盛んに行なわれている¹⁾。ここでは、元来高速のシンチレーション検出用としてつくられた光電子増倍管 C-70045 A (RCA 製) について、レーザ検波用として用いたときの特性を測定し、その特徴を検討した。

光電子増倍管——これは 14 段の増倍を行ない、走行時間の短縮のために、加速電極を各ダイノード間に挿入したもので、受光径約 70 mm、光陰極は S4 (アンチ

モンセシウム) である。その量子効率の実測値は図・1 に示す。最高印加電圧は 6 kV で、そのときに、増倍率 (M) は 10^7 になる。M の実測値は図・2 である。光電流出力は 50 Ω の同軸 (BNC) となっている。

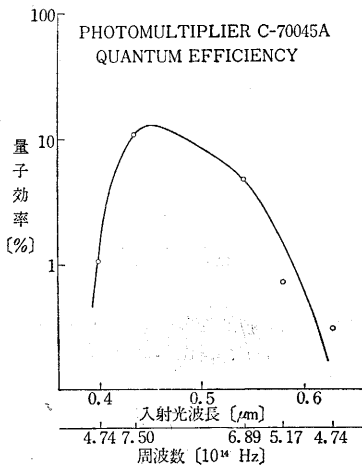
周波数応答の測定

実験方法はショット雑音を利用して求めるものである。動作電圧 4600, 4000 ボルトについて実験を行なった。光電子増倍管に光をあててその光電流による電流雑

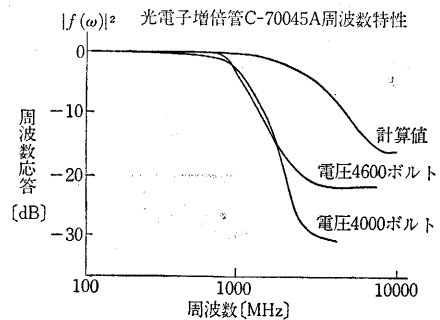
$$\bar{i}^2 = 2 Me I_0 B \times |f(\omega)|^2$$

音を測定する。I₀ は最終アノード電流であり B は受信帯域である。この $|f(\omega)|^2$ は、この光電子増倍管の周波数特性を示している。

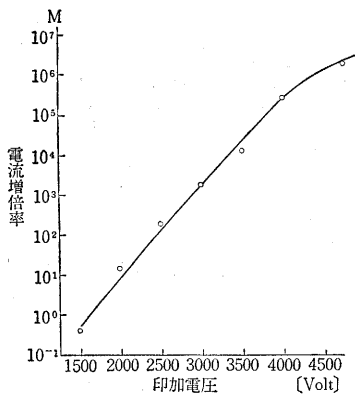
本実験では、測定周波数を 400~7000 MHz まで変化した。また、光電流 I₀=1 μ A と一定にして測定した。光源は蛍光灯を用い、受信機の帯域幅は 2 MHz である。結果は図・3 に示す。



図・1 光電子増倍管 C-70045 A の量子効率



図・3 周波数特性

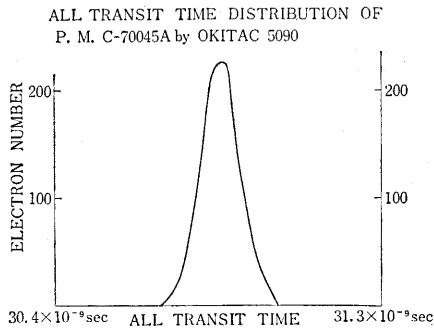


図・2 電流増倍率特性

電子計算機による計算

光電子増倍管の電極構造がわかれば電子計算機による光電子増倍管のインパルス応答を計算することが可能である。光電子増倍管においては、二次電子のマックスウェル初速度分布により電子のばらつきが生じる。このばらつきが光電子増倍管の周波数特性の原因になる。次に計算方法を述べよう。アノードに着いた電子全部について全走行時間(カソードからアノードまでの走行時間)を求め、全走行時間分布を求める。この分布が光電子増倍管のインパルス応答である。次に、求めた分布をウィナー・ヒンチンの定理をつかって周波数分析し、光電子増倍管の周波数特性を求めた。計算は電圧を 4500 ボ

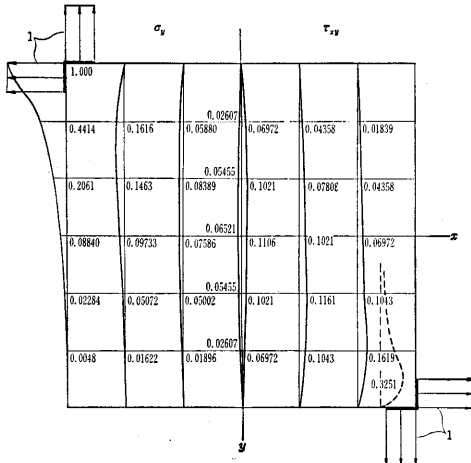
研究速報



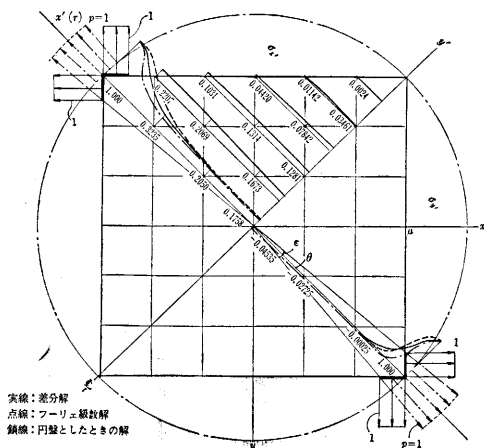
図・4 光電子増倍管 C-70045 A のインパルス応答

ルトとし、OKITA C-5090, HITA C-5020 を使用した。計算機によるインパルス応答は図・4 に示す。実験との不一致は、主に出力端によるストレージ容量のためと思われる。

(p.26 よりつづく)



図・6 Case 3 (その1)



図・6 Case 3 (その2)

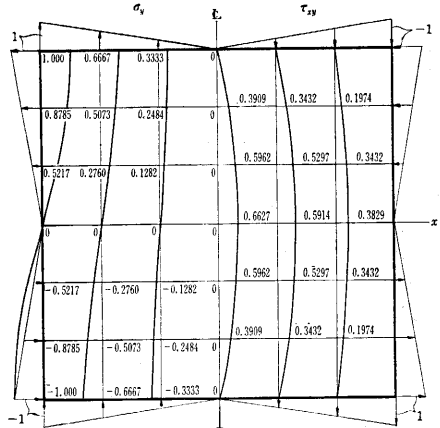
結 論

この光電子増倍管は図・3のように1GHzまで平坦な特性を示しており、パルスによる立上り時間測定値 0.5 ns とよく一致している。レーザ通信用としては、微弱な受信光においても、受信機雑音よりも光電流による雑音がおおくなる感度の最良状態に容易にすることができる。したがって、この光電子増倍管は、広帯域のレーザ通信用の検波器として有用であり、その第一段階としてその報告をさせていただきます。終始ご指導を賜わる斎藤教授、浜崎助教授に感謝する。この研究は昭和40年度選定研究費によるものである。

(1966年3月25日受理)

文 献

- 1) R. C. Miller, N. C. Wittwer, "High Speed Photomultipliers" IEEE Int. Conv. Rec, vol. 13, Pt. 5, pp. 7~16; March 1965.



図・6 Case 4

参 考 文 献

- 1) Timoshenko and Goodier, "Theory of Elasticity" McGraw-Hill, 1934.
- 2) C. W. McCormik, "Plane Stress Analysis", Jour. of the S. D. Proc. of the ASCE, Aug. 1963.
- 3) R. N. White, "Optimum Solution Techniques for Finite-difference Equations", Jour. of the S. D. Proc. of the ASCE, Aug. 1963
- 4) S. Rosenhaupt, "Stresses in Point Supported Composite Walls", Jour. of the ACI, July 1964
- 5) Zienkiewicz and Holister, "Stress Analysis," John Wiley & Sons LTD, 1965.
- 6) (別報1)坪井・中田, "平面応力問題", 未発表
- 7) (別報2)坪井・磯貝, "部分荷重を受ける円板の問題," 未発表

(1966年3月31日受理)

正 誤 表 (5月号)

頁	段	行	種 別	正	誤
127	左		図・1	時間波形	時間波型
"	左	19	本 文	$\frac{a_n}{2}$	$\frac{a_n}{2}$