

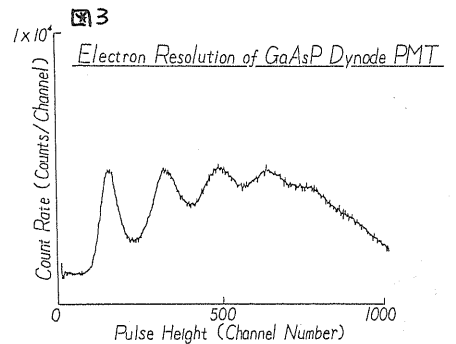
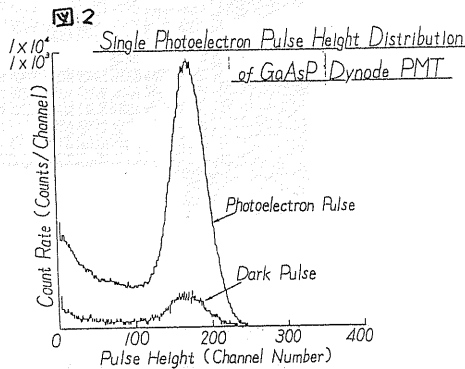
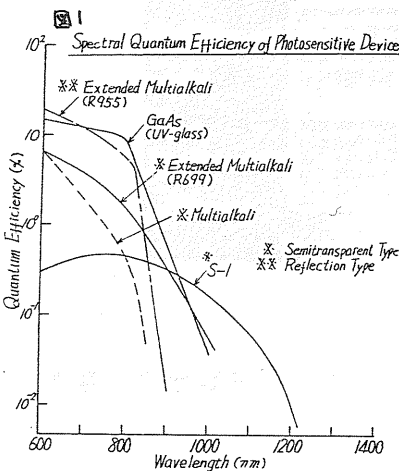
(1) はじめに

レーザ・レーダ用光検出器として特に、光電子増倍管(Photomultiplier 以後略してPMT)は微弱光検出性、高ダイナミックレンジ性、高速応答性に特徴を有する。PMTを構成する個々の要素として、①光電面の分光特性、②増倍部(ダイ)ードの増倍率(特に初段ダイノードの二次電子放出比)が検出SN比を左右する。またその動作方法によって、例えば光電子計数法の使用、Gatingの使用などによって、SN比、ダイナミックレンジの向上を計ることが出来る。ここではPMTの諸特性、動作方法についての開発状況について述べる。

(2) PMTの諸特性

(2)-1. 光電面

レーザ・レーダ検出用PMTの光電面としては高感度、広い波長領域に感度を有することが必要である。現在得られている光電面としては、アルカリ金属複合体、半導体結晶を用いたものなどがある。前者は、アルカリ金属材料の組合せによって種々の分光感度を得ることができ、後者はP型GaAs単結晶表面にCsを吸着し、NEAの形成によって高量子効率を得る。図1に現在得られている光電面の分光量子効率のデータを示す。



(2)-2 光電子計数法

PMTに入射する光が微弱の場合は光電子計数法が計測SN比を向上する上で有効となる。光電子計数法でのSN比は、PMTの増倍率(特に初段の二次電子放出比)の高いものが有利である。二次電子放出材料としては、Sb₃Cs, MgO, BeO, などが用いられるが³⁾、半導体結晶によってさらに高二次電子放出比が得られるようになった。図2に、GaAsPダイノードを用いたPMTの単一光子による波高分布、図3に、同様に電子分解能のデータを示す。

(2)-3 時間応答特性

時間応答特性としては、インパルス光に対する応答性、タイミング特性が要求され、PMTの時間応答特性は、ダイノードの形状、種類、印加電圧によって異なる。図4、5、6にMicro-Channel-Plateを内蔵したPMTの構造図、インパルス光に対する応答波形、タイミング特性(単一光子による走行時間ひろがり)のデータを示す。

図4. MCP入PMTの構造

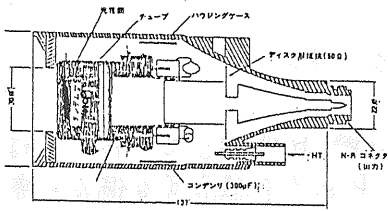


図5 MCP入PMT パルスレスポンス

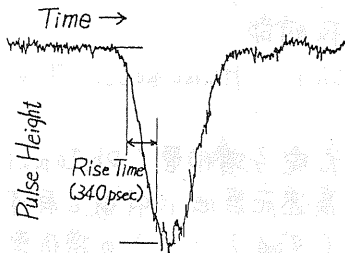
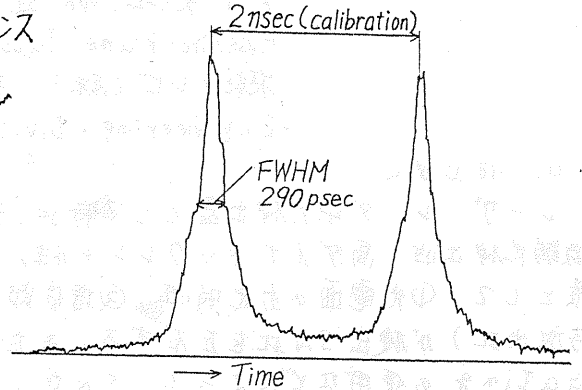


図6. MCP入PMT Single Electron Transit Time Spread



(2)-4 PMTのGating

PMTを高背景光下で連続的に動作することは困難である。PMTをGatingすることによって高背景光下での動作を可能とし、高ダイナミックレンジを得ることができ。図7にGatingのブロック図、図8にGating効果のデータを示す。

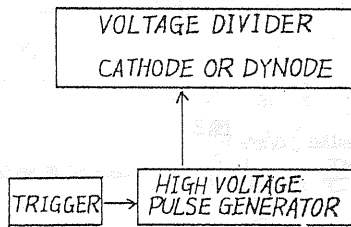


図7. PMT Gating Method

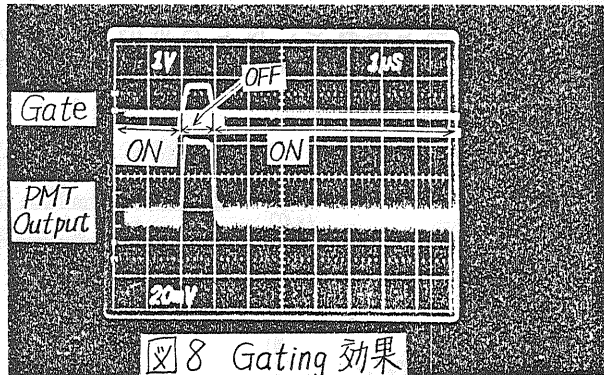


図8 Gating効果

(3) おすび

レーザ・レーザ用PMTとしては、レーザの放射波長によっては、さらに長波長領域に感度を有する光陰面の開発が必要となる。またより微弱光検出、高速応答性、高Gating比を有するPMT、二次元微弱光計測システムの開発が必要となる。

(4) 文献

- 1) 杯達郎：分光研究，22，233（1973）
- 2) Spicer, W. E, et all：Pub. Astron. Soc. Pacific 84（1972）110
- 3) Simon, R. E, et all：IEEE Trans Nuclear Science NS-15（1968）167