

○宮田 剛, 岩田 哲郎*, 荒木 勉**

○Tsuyoshi Miyata and Tetsuo Iwata*, Tsutomu Araki**

新居浜高専, 徳島大工*, 阪大基礎工院**

Niihama National College of Technology,

University of Tokushima *,

Graduate School of Engineering Science, Osaka University**

In order to construct a compact, time-resolved, spectroscopic measurement system, we have used an avalanche photodiode (APD) with a pulse-biased mode. The pulsed APD works in synchronization with a gated type integrator. We found that the pulsed mode of operation of the APD was effective in comparison with a dc-biased mode in a high background light level.

1. はじめに

計測器用光検出器では小型, 安価, 高速応答, 高ゲインが要求される。その中でもアバランシェ・フォトダイオード (APD) は小型, 高速応答, 高ゲインであるために, 光通信分野ではよく使用されるものの, 光電子増倍管 (PMT) に比べると感度は劣る。しかしながら, APD は小型であるために検出システムの小型化という将来性を有する。そこで, 我々は APD の逆バイアス電圧をオン・オフさせることによりパルス動作をさせることで, さらなる高ゲイン化, SN 比の向上を目的として, 小型時間分解分光システムの開発を目指している。本報告では, その基礎実験としてパルスバイアス時における特性評価を行った結果とマイクロ秒オーダのゲート型積分器への応用について示す。

2. ゲートバイアス型 APD によるゲート型積分器

Fig.1 に実験装置のブロック図を示す。A のスイッチを ON・OFF させてパルスバイアスをかけることで APD (HAMAMATSU Si-APD S2382 :ブレークダウン電圧 = 129V, M=100 の時のバイアス電圧=114.4V) に直接ゲート動作を行わせ, 後段にこれと同期したゲート B を有する積分器を配置し, その出力はチャートレコーダ等で記録する。まず, APD のパルスバイアス時と DC バイアス時の出力特性を比較するために, DC 光 (高輝度赤色 LED : 順電流 20mA) を入射し, DC バイアス及びパルスバイアス (ゲート幅 5 μ sec, 10 μ sec) における出力電流を

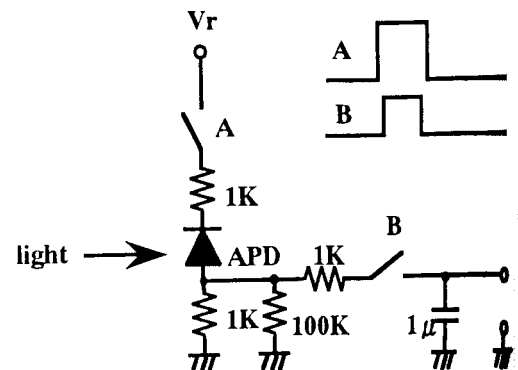


Fig.1 Schematic diagram of the gated type integrator using gated.

それぞれ調べる。さらに、パルスバイアス時においてLEDをパルス点灯させ、時間分解測定を行い、そのSN特性を調べる。これについては講演にて発表する。

3. 実験結果

Fig.2に入射光強度が強い場合の出力電流特性を示す。横軸の逆バイアス電圧はAPDカソードとグランド間電圧を示している。DCバイアス時、パルスバイアス時共に110V附近まで同じ傾向を示すが、それ以上のバイアス電圧においてはDCバイアス時は緩やかに飽和に向かって行く。パルスバイアス時にはブレイクダウン電圧129V附近まで急激に上昇する。DCバイアス時と比較すると3倍もの出力を得ており、パルスバイアスにより高ゲインを得られる。パルス幅 $5\mu\text{sec}$ の方がやや出力が大きい結果になっている。129V附近では、50Vバイアス時の出力に対する相対ゲインはそれぞれ、 $5\mu\text{sec}$ では81、 $10\mu\text{sec}$ では78、DCバイアスでは22程度であった。129V以上でパルスバイアス時の出力が急激に減少しているのは、入射光強度が強いことによる飽和現象であると考えられる。すなわち、出力電流が数ミリアンペアまで瞬間的に上昇するとAPD内部での許容電流を瞬間的にオーバーし、これが急激な飽和を招いていると考えられる。

次に、入射光強度を $1/5$ に減衰させて、その時の出力上昇の傾向を調べた。その結果をFig.3に示す。これも同様の結果を示しているが、飽和電圧はFig.2の場合と比較して数V高くなっている。130V附近における50Vバイアス時の出力に対する相対ゲインはパルス幅 $5\mu\text{sec}$ 、 $10\mu\text{sec}$ に対しそれぞれ、250、226であった。DCバイアスでは100であった。

4. 考察

以上の結果から、背景光が強い場合、パルスバイアスを実行することによって、DCバイアス時における検出器の飽和現象が回避できる可能性があることが判明した。ゲート幅依存性、入射光強度依存性の詳細な検討は今後なお必要であるが、マイクロ～ナノ秒オーダーでのAPDによる超小型時間分解分光システムの実現が期待できる。

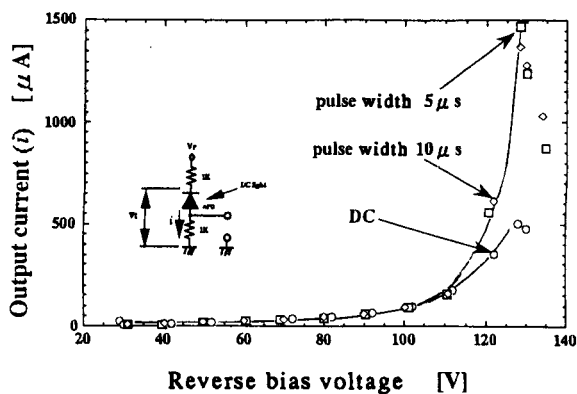


Fig.2 Output current vs. Reverse bias voltage for high intensity light.

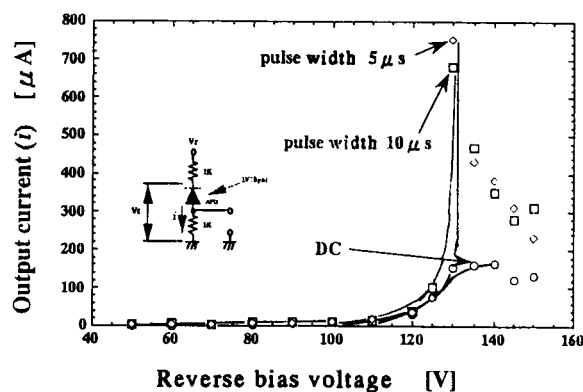


Fig.3 Output current vs. Reverse bias voltage for low intensity light.