

# デジタル IC を用いた光量検出アナログ回路

業種：開発設計

フォトダイオードを用いた光量検出回路は通常、図 1 で示すようなオペアンプ等のアナログ素子を用いて設計する。しかしながら、自動車のエンジンルーム等の厳しい環境条件下で検出回路を使用する場合、ノイズや環境温度変化が大きいため安定して光量を測れないという問題があった。

そこで、オペアンプの代わりにデジタル IC(74HC14)を用いて光量検出回路を設計する。回路中の電圧  $V_c, V_o$  の波形を図 3 に示す。フォトダイオードから出力される電流  $I_p$  によりコンデンサ  $C$  が充電され、コンデンサ  $C$  の電圧  $V_c$  がスレッショールド電圧  $V_{th}$  に達すると 74HC14 の出力電圧が Hi レベルから Lo レベルに変わりアナログスイッチが抵抗  $R$  側に切り替わる。よって、コンデンサ  $C$  に充電された電荷は抵抗  $R$  を通して放電され、コンデンサ  $C$  の電圧  $V_c$  がスレッショールド  $V_{th}$  まで低下すると 74HC14 の出力電圧が Lo レベルから Hi レベルに変わりアナログスイッチが抵抗  $C$  側に切り替わり、再び、コンデンサ  $C$  は充電される。以上の動作が繰り返し行われる。すなわち、図 2 の回路から出力される信号は周波数であり、光量に対して周波数が変化する。フォトダイオード電流  $I_p$  と出力周波数  $F_o$  の関係は式 1 で示すことが出来る。

光量に対して電圧が変化する通常のアナログ信号伝送に比べ、信号伝送路を長くした場合における外来ノイズに対する影響は極めて小さい。

$$F_o = \frac{1}{C[(V_{th} - V_{tl}) / I_p + R \ln(V_{th} / V_{tl})]} \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

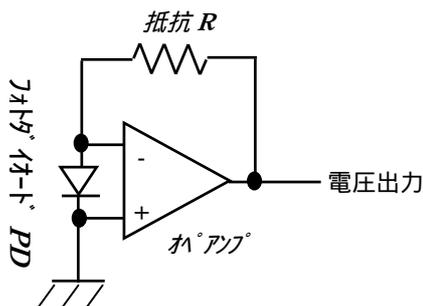


図 1 オペアンプを用いた光量検出回路

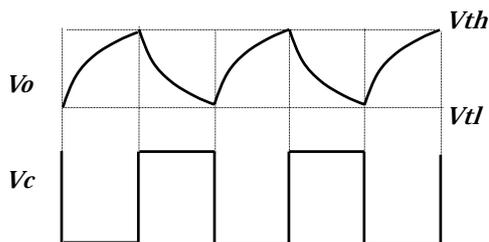


図 3 図 2 の  $V_o, V_c$  電圧波形

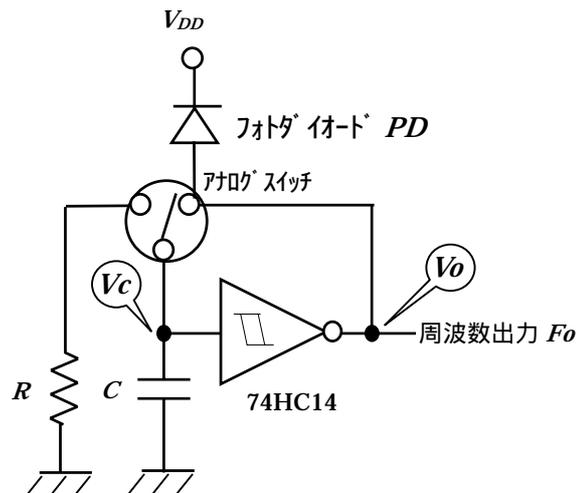


図 2 デジタル IC を用いた光量検出回路

図2の回路のPD電流 - 出力周波数( $I_p$ - $F_o$ )の理論特性を図4に示す。この理論特性に対して実測値は良く一致する。

各環境温度におけるPD電流 - 出力周波数( $I_p$ - $F_o$ )特性の実測値を図5に示す。温度特性が小さいことが分かる。

実際にディーゼルエンジン・エンジンオイルの劣化状況を測定するため、オイルパンに図2の光量検出回路を取付けて試験評価したところ、ノイズ影響と環境温度変化にほとんど影響されない結果が得られた。

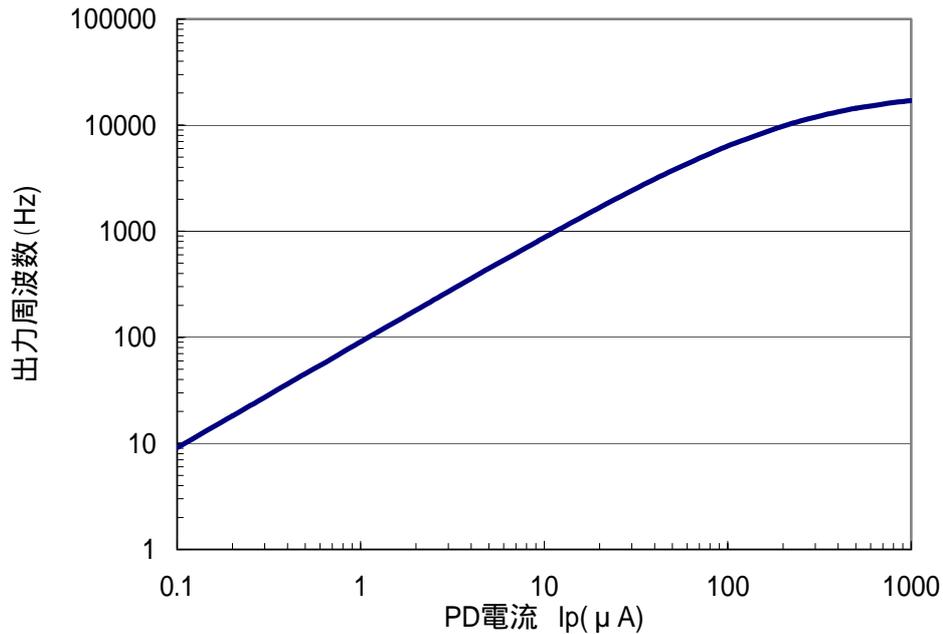


図4  $I_p$ - $F_o$ 特性

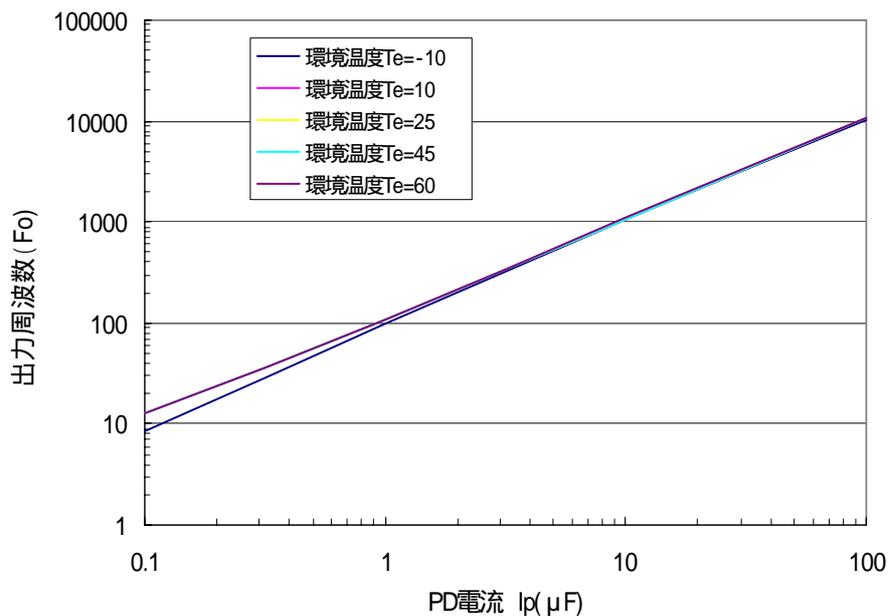


図5 図2の回路における $I_p$  -  $F_o$ 特性の温度特性