

LED を受光素子とした高速な双方向可視光通信の検討

7307147 谷口義幸

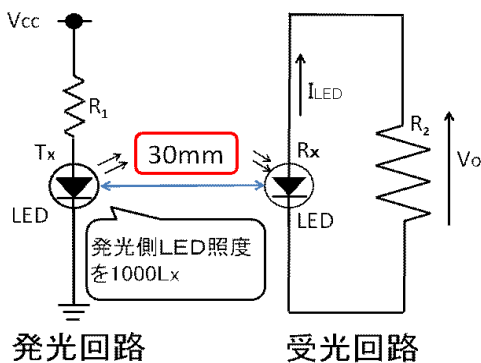
1 まえがき

我々の住む世界には様々な照明が溢れている。その多くはLEDに置き換わりつつあり、部屋の明かりや信号機など様々なものがある。それら光源から発生する目に見える光（可視光）のLEDを人の目では感知できない高速度で点滅させ通信するのが可視光通信である。LEDは蛍光灯などに比べ高速応答が可能であり、可視光通信の光源としては最適であるが、それでも動作速度が数十 Mb/s 以下である。伝送速度のさらなる向上に向けて個々のLEDに別々の情報を載せて並列伝送させる方式が検討されている。しかしこの方式では送信側・受信側共に装置の規模が大きくなり、消費電力およびコストが増加するため、個々のLEDでの伝送速度の向上により多重化の負担を軽減することが望ましい。LEDの伝送速度はLED自身の接合容量により大きく制限されている。これは接合容量に残る残留キャリアの放電時定数が高く、消灯に時間がかかるためである。

本研究では、LEDを受光素子として用いるための応答速度の高速化について検討していく。受光回路に演算増幅器を用いて、立ち上がり時間、立ち下がり時間の改善を図る。

2 受光電圧の測定

まずは、LEDに光を当てた際に受光電圧が発生することを確認するため、次の実験を行った。



2.1 実験条件

図1に受光電圧の発光回路、受光回路を示す。受光側LEDは青・緑・赤色LEDの計3色で測定を行い、発光側LEDも同じく青・緑・赤色LEDの3色を用いた。LEDの配置は、発光側LEDと受光側LEDの光

軸が一致するように配置する。発光側LEDと受光側LEDの距離は30[mm]とし、発光側LED照度を1000[lx]となるように電源電圧を調整した。このとき受光側LEDで起電流が発生した場合、その電流が抵抗R₂に流れ電圧が発生する。この発生した電圧をR₂の両端に接続し、デジタルマルチメータで測定する。ここでR₂は100[kΩ]とする。

2.2 測定結果

測定結果を図2に示す。ここで、横軸は受光側LEDの色を、発光側LEDについては、それぞれのグラフの色で示している。

この結果から、受光側LEDの波長が発光側LEDの波長以上の時、受光電圧が発生することを確認できた。また発光・受光共に赤色LEDを使用した場合にもっとも大きな受光電圧が発生した。

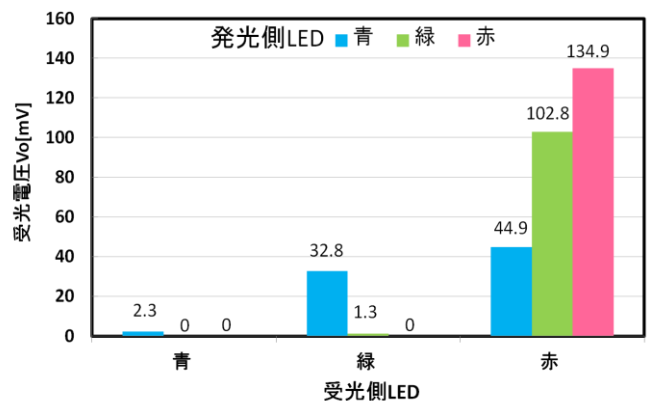


図2 受光電圧と各色LEDの関係

3 受光回路の比較

本実験では、LED駆動回路と受光回路を作成して立ち上がり時間、立ち下がり時間を調べた。

3.1 実験条件

図3・図4に従来型の受光回路、提案型の受光回路を示す。この回路の出力電圧波形を調べて、立ち上がり時間、立ち下がり時間、改善率を測定していき、どのくらい変化が見られるか考察していく。LEDの配置は受光電圧測定と同じ30[mm]とし、発光側LED・受光側LEDともに赤色を使用した。パラメータは表1のようになる。

表 1 回路パラメータ諸元

パラメータ	値
Vcc	5.0V
Vin	-3.4V/-1.95V, 1.45Vpp 方形波
R1	546Ω
R2	50.4Ω
R3	32.2kΩ
R4	11.9kΩ
LED 間距離	30mm
赤色 LED	OS5AA5111P (optosupply 製)
Tr	MGF2407A (三菱電機製)
増幅器	13404D (新日本無線製)

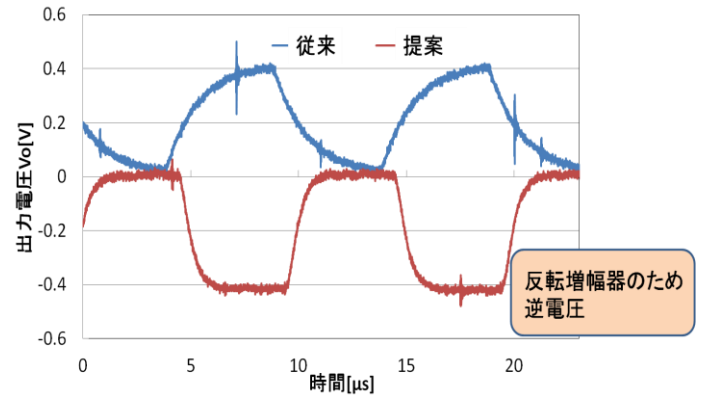


図 5 受光電圧の波形比較

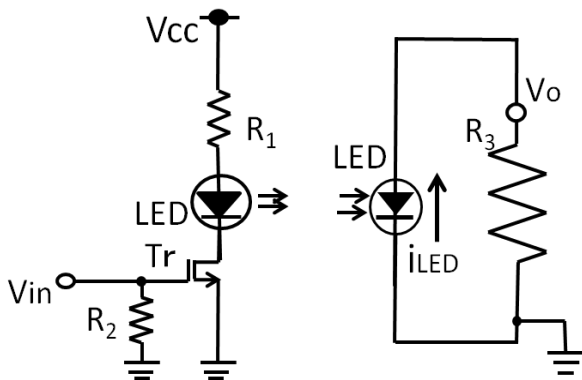


図 3 LED 駆動回路と従来型受光回路

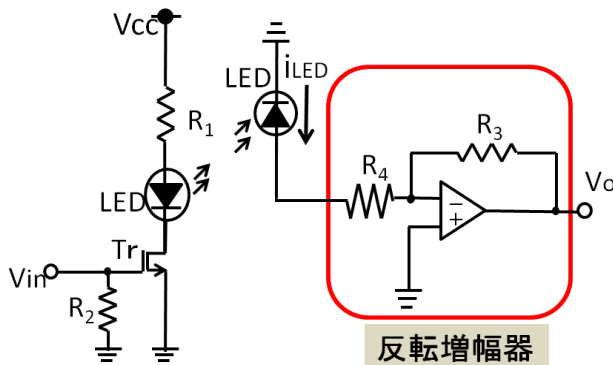


図 4 LED 駆動回路と提案型受光回路

3.2 測定結果

本実験では、赤色 LED 同士で受光回路の立ち上がり時間、立ち下がり時間を調べた。図 5 に従来型、提案型回路の波形比較を、表 2 に立ち上がり時間、立ち下がり時間、改善率を示す。立ち上がり時間が従来型は $2.6 \mu\text{s}$ 、提案型は $0.96 \mu\text{s}$ となった。また立ち下がり時間が従来型は $3.4 \mu\text{s}$ 、提案型は $0.92 \mu\text{s}$ となった。その結果、提案型回路は従来型回路よりも応答速度が改善したことがわかる。

表 2 立ち上がり時間・立ち下がり時間・改善率

	従来型	提案型	改善率
立ち上がり時間	$2.6 \mu\text{s}$	$0.96 \mu\text{s}$	271%
立ち下がり時間	$3.4 \mu\text{s}$	$0.92 \mu\text{s}$	369%

4 まとめ

今回、受光電圧の測定と受光回路における立ち上がり時間、立ち下がり時間の改善を評価した。

受光電圧の測定実験より、受光側 LED の波長が発光側 LED の波長以上の時、受光電圧が発生することを確認でき、発光・受光ともに赤色 LED が最も受光感度が良いことを確認できた。また、受光回路の比較では、従来型の回路に比べ、提案型の回路が立ち上がり時間、立ち下がり時間ともに減少したことを確認できた。

5 参考文献

- [1]鈴木康祐, 旭健作, 渡邊晃, 小川明: "LED を受光素子とする双方向可視光通信に関する基礎的検討" 信学技報 IEICE Technical Report USN2010-2(2010-5)
- [2]鈴木康祐, 旭健作, 渡邊晃, 小川明: "LED を受光素子とする双方向可視光通信の検討" 信学技報 IEICE Technical Report USN2010-2(2010-5)
- [3]安倍尚吾, 春山真一郎, 中川正雄: "LED を光受信機として使う新方式の検討" 信学技報 IEICE Technical Report OCS2006-77(2007-1)