

蛍光灯通信における変調方式と蛍光灯輝度変化についての検討

◎中村敬則*, 小林卓**, 劉笑寒**, 牧野秀夫*

*新潟大学工学部情報工学科

**新潟大学自然科学研究科

1. はじめに

インバータ式蛍光灯の発光周波数を変化させることにより位置情報などのデータを送信するいわゆる「蛍光灯通信」に関する研究が進められている。この方式では、通常の可視光領域そのものを通信に利用するため、単純にシリアルデータ伝送を行った場合には蛍光灯の輝度に変化し、いわゆる「ちらつき」が発生する。先行研究においても、周波数偏移方式(Frequency Shift Keying : FSK)を用いた場合、結果として周波数変化に伴い蛍光灯の輝度に変化しちらつきが確認されている[1][2]。一方、蛍光灯のインバータ回路は基本的に発振回路と終段の共振回路により構成されており、蛍光灯の発光原理から考えると、蛍光灯内に流入する電流量と輝度の大きさは比例関係にあると推測される。しかし、FSK方式そのものは、振幅変化を伴わないためちらつきを認識する周波数 c.f.f(Critical Flicker Frequency)[3]以上の周波数であれば肉眼に対する影響は少ない。そこで、インバータ回路における発振回路と共振回路の関係について、簡便な蛍光灯通信回路開発の観点から基礎的検討を行うことにする。具体的には、検討内容を発振回路の動的周波数制御時における輝度変化の状態観察に絞り、実験回路を構成し発振周波数変化に対する輝度変化を計測する。以下に概要を述べる。

2. 方法

蛍光灯の実験回路を図1に示す。図1において、制御装置はPCからの入力を電圧制御発振器(Voltage Controlled Oscillator : VCO)の制御電圧に変換する役割を果たす。そこで本実験では、制御装置にD/Aコンバータを用いて、VCOへの印加電圧を制御する。印加電圧に応じて周波数が増減し、この変化から周波数特性を観測する。観測は、フォトセンサの出力を利用して光の輝度変化を読み取る。実験で使用した回路では、制御装置の印加電圧が5Vの時、20.2kHzで発振した。そこで、 $\pm 1.5V$ の3.5~6.5Vを加えて、10kHz~30kHzの範囲で動作を検証する。さらに、仮定から考えられる共振回路の周波数特性について、振幅12Vとして特性を回路図から求め、比較を行う。

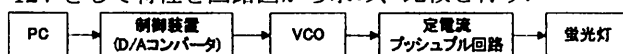


図1：実験で用いた蛍光灯通信のブロック図

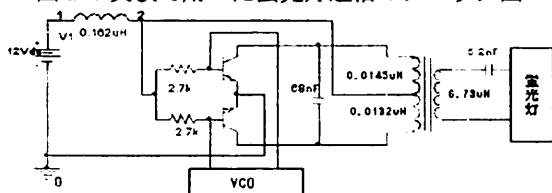


図2：回路構成

3. 実験結果

D/Aコンバータから3.5~4Vと6~7.5Vの電圧を印加した場合には蛍光灯の点灯が不可能であったため、点灯が可能な4~6V(13kHz~27kHz)で観測を行った。その結果を図3に示す。図3において、上部の波形が、フォトセンサからの出力波形。下部の波形は、D/Aコンバータの電圧変化を示す。D/Aコンバータからの線形電圧変化に対し、明らかに、非線形な輝度変化が観測された。

図4に13kHz~27kHzに対する蛍光灯の共振回路周波数特性を示す。縦軸が出力される電圧、横軸が周波数である。ここでも、発振周波数と輝度の関係は非線形となった。

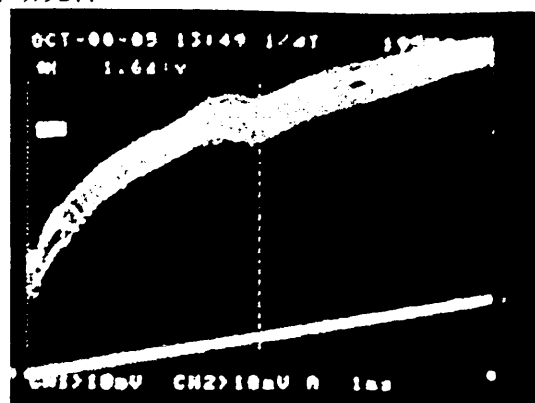


図3：観測波形

図4：共振回路の周波数特性(理論値)

4. 考察・まとめ

VCOからの周波数と輝度を比較すると、印加電圧の影響を考慮しても、FSK変調であるにもかかわらずフォトセンサ出力電圧が変化しており、その変化が共振回路の周波数特性に類似している。すなわち、数十kHzの高周波においてもちらつきの原因は発振回路の共振回路による影響である可能性が実験により推定される。さらに、より高い周波数でかつ周波数差が少ない場合、輝度変化が少ないことが分かる。

以上のことから、情報伝送時のちらつき防止について考察すると、輝度変化が観測されない範囲でデータの送信方法、すなわち、基本周波数と信号周波数との周波数差を極力少なくする方法が考えられる。さらに他の方法として、復号可能な周波数差を保持した上で、

1. 共振回路のQが十分高い場合、その特性は凸形となる。そこで、減衰量が等しい二つの周波数を用いる。
2. 輝度変化があることを前提に、c.f.f以上の周波数で連続的な送信を行う。

以上の二点が考えられ、今後この二点について過渡的な条件も含め改善方法を検討する予定である。

本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度の研究助成を受けた。

5. 参考文献

- [1] 松坂典広：「蛍光灯を用いた視覚障害者用屋内案内システムに関する研究」平成16年度修士論文
- [2] 小林卓：「蛍光灯を用いた可視光通信における受信波形復号方式の基礎研究」平成17年度卒業論文
- [3] 池田光男：「視覚の心理物理学」森北出版, pp.191-193, 1982
- [4] 山崎浩：「省エネ照明用インバータ電源入門」(2004)