

自作プローブを用いた LED 製品から発生する磁界ノイズの測定

2014sc044 松波大樹

指導教員：奥村康行

1 はじめに

小電力化が進み LED 製品の普及が進んでおり、近年はインバーターを搭載した製品が増えてきている。しかし、LED 製品の電磁ノイズから、他の電子機器に被害が出ている [1]。先行研究 [2] では LED 電球のノイズの測定はされているが、蛍光灯やシーリングライトなどの磁界ノイズの測定例は少ない。そのため、LED 製品がどれほどのノイズを発生しているかを検証するため自作プローブとスマホを組み合わせて磁界ノイズ測定器を作成し、ノイズの測定した。本研究では、自作プローブとスマホのアプリを組み合わせて磁界ノイズの測定を行う。比較対象に白熱灯製品を入れたり、インバーターの付きの製品を入れる。また、自作プローブの信用性の検証と感度の特性評価を行なう。

2 測定器の作成

磁界ノイズの測定結果を見ることが出来るアプリケーションの「e-scope 3-in1」を使用した [3]。このアプリケーションにはオシロスコープ、スペクトラムアナライザ、信号発生器の三つの機能を持っている。プローブに関しては、本格的な電流プローブだとかなり高価なので、安価な材料で作した。スマホと組み合わせることで電流/磁界ノイズを確認できる。本研究で使う自作プローブのオーディオプラグは4極となっており、先端の接点から順にL、(左)R(右)、GND、マイク入力となっている。以下は回路図を示す。

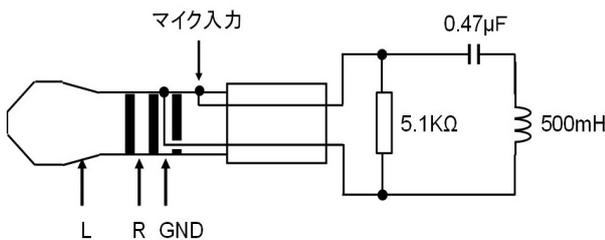


図1 プローブの回路図 [3]

3 自作プローブの特性

自作プローブの信頼性と感度の特性を確かめる。[3] より、1mA の交流電流を流した場合、1KHz で-60dBV の電磁ノイズのスペクトラムが観測できると示されていた。そこでオシロスコープとファンクションジェネレーターを並列に繋ぎ合わせ測定した。実測値が [3] とほぼ近い値となったので自作プローブの信頼性は高いと考えられる。自作プローブの感度を求めるために、アンペールの法則を用いて磁束密度 B を求め、縦軸が電圧振幅 (dBV) 横軸が磁束密度 (T) の結果を算出した。図 3.3 の回路に様々な抵抗

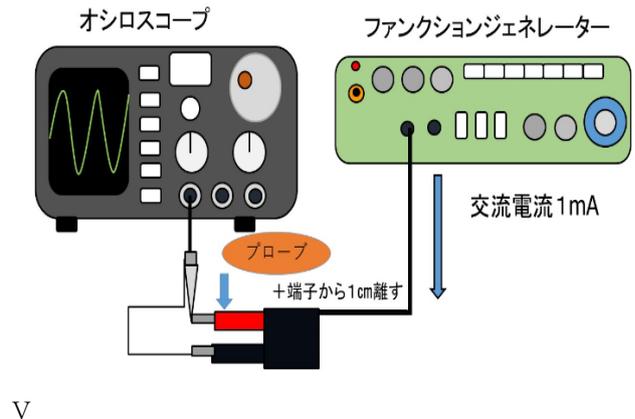


図2 測定風景

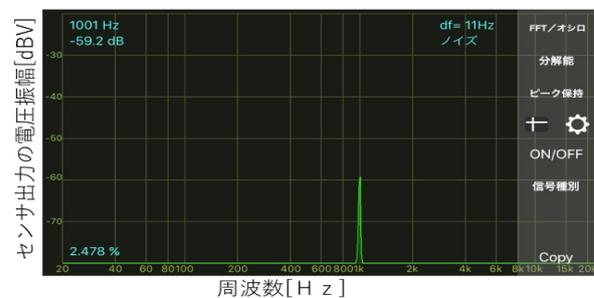


図3 測定結果

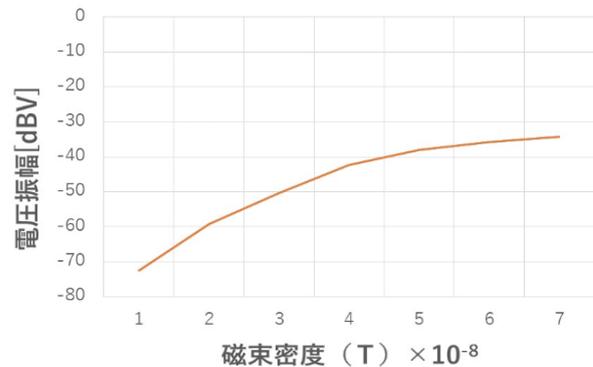


図4 測定結果

器を組み込み流れる交流電流の値を変化させていった。電圧振幅が約-40dBV をきってから、変化が小さくなってきている。このことから、グラフに示されている磁束密度の範囲では約-35dBV までの感度が限界だと考えられる。

4 測定条件・測定物

電線に対してコイルの軸が直角になるように設置し、磁界の変化を拾えるようにした [3]。また、他の機器から磁界ノイズを拾わないよう、測定器周辺に電子機器を配置し

ない。本研究で用いた LED 製品の種類と性質を表に示す。LED 製品は、家電量販店ならびにホームセンターで一般的に購入可能な製品を用いた。本文では LED1, LED2, 白熱灯 1, 白熱灯 2 の結果だけを示す。

表 1 測定対象の種類

略称	電力量 (W)	光束 (lm)	インバーター
LED 1	4.7	440	なし
LED 2	27	1855	あり
LED 3	6	504	あり
LED 4	1.8	200	なし
LED 5	4	70	なし
白熱灯 1	15	910	なし
白熱灯 2	38	23230	あり

5 実測結果

LED 製品と白熱灯製品から放射される磁界ノイズのスペクトラムを示す。赤い実線がピーク時のスペクトラムを示している。

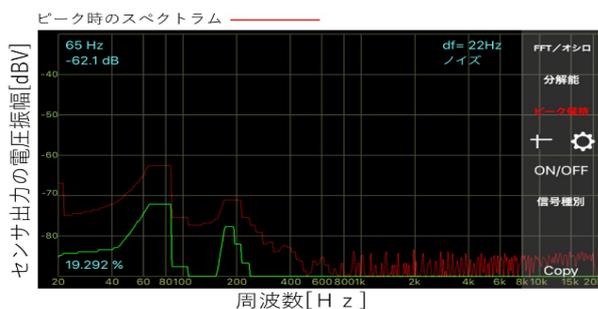


図 5 LED1 から発生する磁界ノイズ

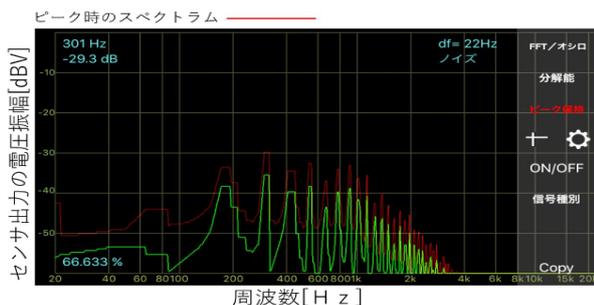


図 6 LED2 から発生する磁界ノイズ

LED1 は 60Hz 帯と 200Hz 帯で大きなスペクトラムが観測でき、ピークの周波数時は-62.1dBV であった。LED2 は 200Hz から 1kHz の広帯域でスペクトラムを観測でき、ピークの周波数時は-29.3dBV であった。白熱灯 1 は 60Hz 帯と、200Hz から 600Hz でスペクトラムが観測でき、ピークの周波数時は-50.4dBV であった。白熱灯 2 は 200Hz から 400Hz の広帯域でスペクトラムが観測でき、ピークの周波数時は-15.5dBV であった。

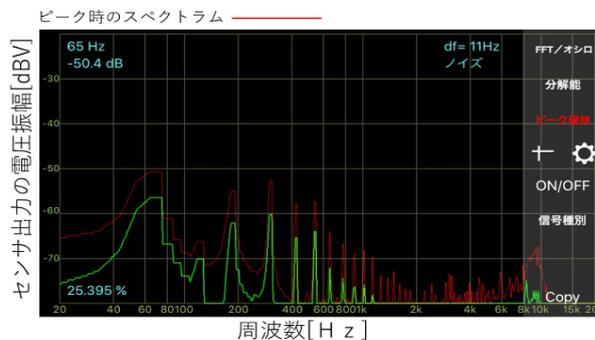


図 7 白熱灯 1 から発生する磁界ノイズ

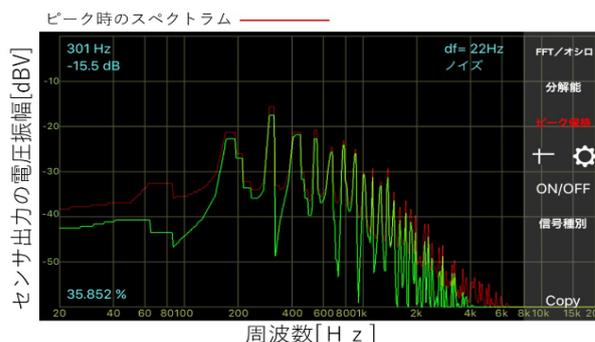


図 8 白熱灯 2 から発生するノイズ

6 考察・まとめ

結果をまとめると、インバーターを搭載していない製品は、磁界レベルが低い、また複数の周波数帯から電界が検出された、インバーターを搭載している製品は、インバーターを搭載していない製品と比べて磁界レベルが高い、広帯域でのスペクトラムが計測された。LED1 と蛍光灯 1, LED2 と蛍光灯 2 を比較すると磁界レベルは類似しているが製品の電力量と光速の値が LED 製品の方がかなり高い、このことから LED 製品が白熱灯製品より磁界レベルが高いことが分かった。今回の課題として、電線を測定する際に、電線の回路の中身を明らかにすれば、さらに正確な磁界ノイズの結果を得ることができた。

参考文献

- [1] 村田製作所, “電磁ノイズが発生されるしくみ,” <http://www.murata.com/ja-jp/products/emc/emifil/knowhow/basic/chapter02-p1>
- [2] 春日貴志, 山田 翔平, 井上浩, “種々の LED 電球から放射された電磁ノイズの測定,” 信学技報, EMCJ2011-66, pp.29-34, July 2011.
- [3] 鮫島正裕, “スマホにつなぐ！ポケット測定器作り,” トラ技 J r . , 2016 年夏号, Vol.1, no.26, pp.6-12, Summer 2016.