

平成 22 年 6 月 20 現在

研究種目：基礎研究(C)

研究期間：2007～2009

課題番号：19560807

研究課題名（和文） 海洋照明用新光源点灯システムの開発

研究課題名（英文） Research and development of new marine lamp system.

研究代表者

岡本 太志(OKAMOTO FUTOSHI)

弓削商船高等専門学校・情報工学科・教授

研究者番号:00442476

研究成果の概要(和文):

海洋照明用光源として白熱電球が主に使用されてきたが、省エネ、省力化等より、新しい光源の適用性が求められている。本研究では、無電極ランプ、LED などの新光源について、海洋照明用光源としての有為性、適用性を明確にした。また、無電極ランプの速い点滅応答性に着目した海洋分野における可視光通信への応用についても研究を行った。

研究成果の概要(英文):

As a main source of light for marine illumination, incandescent lamps have been used for long years.

Today, applicability of other sources of light need to be focused on from the point of energy-saving.

In the present study, I made clear the usability and applicability of new sources of light for marine illumination such as electrodeless lamps, LED and so on.

Futhermore, I focused on a special character of electrodeless lamps: they have fast-blinking response.

From the point of this character, I did research on how to apply the use of the lamps to visible light communication on the sea.

交付決定額

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2008 年度	500,000	150,000	650,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野:工学

科研費の分科・細目:総合工学・船舶海洋工学

キーワード:

海洋探査・機器、船舶用光源、無電極ランプ

1. 研究開始当初の背景

一般照明用光源は、およそ60年の周期におい

て大きな変革があった。すなわち、1816年のガス街路灯、1878年のエジソンの電球、1938年のG

E・WHの蛍光灯の実用化である。それに沿うかのように、21世紀に入り新しい光源が出現している。例えば、LED、無電極ランプ、有機ELなどである。

海洋関連の照明は、一般照明に比べて大きく遅れている。新しい取り組みとしては、漁業分野で沿岸イカ釣り漁業に青色LEDを使用する研究があるもののわずかなものである。これは、一般照明に比べて海洋関連の場合、使用温度範囲が広い、耐湿性、耐候性、点滅応答性、発光色の選定等について高い性能が要求されることが考えられる。一般照明用途に開発されている新光源について、その特徴を生かした海洋照明用光源としての適用研究を行い、新たな光源点灯システムを開発する。ここで言う海洋照明光源とは、船舶用灯火、浮標(ブイ)等をいう。

2. 研究の目的

無電極ランプ、LED などの新光源の特徴を活かした海洋照明用光源としての適用性について研究することを目的とする。また、本研究テーマから発展、派生的なテーマとして、無電極ランプの速い点滅応答性に着目した、海洋分野における可視光通信についても研究を行う。

3. 研究の方法

- (1) 船舶用舷灯、浮標灯(ブイ)用点灯システムの設計要件の調査と具体的設計。
- (2) 設計品について電気特性、光学特性について評価を行う。
- (3) 実際に船舶に設置した場合の課題を抽出する。
- (4) 可視光通信などの付加機能について調査を行う。
- (5) 設計を容易とするための点灯回路のシミュレーション技術を構築する。

4. 研究成果

(1) 点灯システムの設計

船舶用舷灯に用いられている白熱電球 60W と同等の光出力、光色が得られる無電極ランプ、LED 点灯システムの設計を行った。図1に今回、設計を行った器具を示す。主に船舶用舷灯について述べる。詳細については割愛するが、浮標灯(ブイ)も同様な検討を行った。



(a) 第一種舷灯 (b) 浮標灯(ブイ)
図1 船舶灯具

(2) 各種光源の電気特性評価、光学特性評価
船舶用舷灯に設計品を組み込んで、現在使用されている白熱電球に対して、無電極ランプ、LED、電球型蛍光灯の電気特性の比較評価を行った。図2に示すような簡易暗室を製作して測定を行った。本来、光源の効率評価は、球面光束計を用いるべきであるが、球面光束計は高価な設備であるため本研究では、図2に示すもので測定を行った。また、光束(ルーメン)の代替特性である照度(ルクス)を測定して評価した。表1に特性例を示す。表1に記す器具とは、図1に示す船舶用舷灯である。無電極ランプ、LED、電球型蛍光灯は、白熱電球より総合効率がよく、その中でも長寿命である無電極ランプは経済効果が著しいことが判った。

光学特性については瞬間マルチ測定システムで測定し比較を行った。図3は海上衝突予防法における色度座標を示す。船舶用舷灯は、海上衝突予防法に規定する光出力、色度座標を満たすことが必要である。図3の枠内で設定されている色度座標を達成する場合の効率の比較を行った。ランプ自体の発光色により、規定の色度座標を満たすことは、LED では可能であるが、無電極ランプでは、ランプの試作が困難であったために検討が出来なかった。但し、容易に入手が可能な電球色と白色光源で評価を行った。その結果、所定の色フィルターを使用することで法定の色度座標を満たすことが出来た。

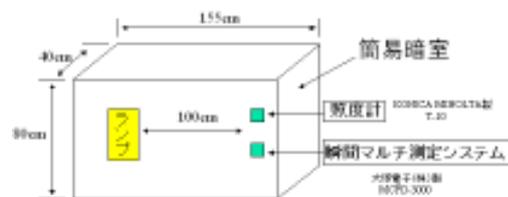


図2 測定用簡易暗室

表1 電気特性の一例

		消費電力	光束(照度)	総合効率(LPW)
電球 (IL)	60W			
	器具込み(透明)	52.1	105.7	2.029
	器具込み(赤)	52.1	27.8	0.534
	器具込み(緑)	52.1	37.7	0.724
コンパクト蛍光灯	25W電球色			
	器具込み(透明)	17.3	105.1	6.075
	器具込み(赤)	17.3	19.7	1.139
	器具込み(緑)	17.3	32.2	1.861
LED(シアン青) 505nm 16個	器具込み(透明)	21.2	93.1	4.392
	LED(緑) 530nm 16個	19.7	127.9	6.492
	LED(橙) 590nm 16個	17.5	54.4	3.109
	LED(赤) 625nm 16個	19.3	99.7	5.166
	LED(白) 5500K 16個	20.4	117.5	5.760
無電極ランプ	12W電球色			
	器具込み(透明)	10.1	40.5	4.010
	器具込み(赤)	10.1	8.23	0.815
	器具込み(緑)	10.1	12.6	1.248

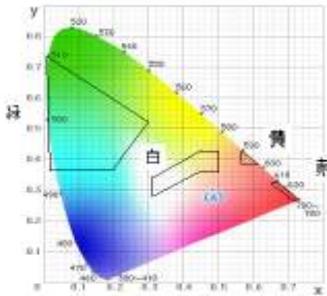


図3 海上衝突予防法における色度座標

表2 無電極ランプを用いた赤色信号

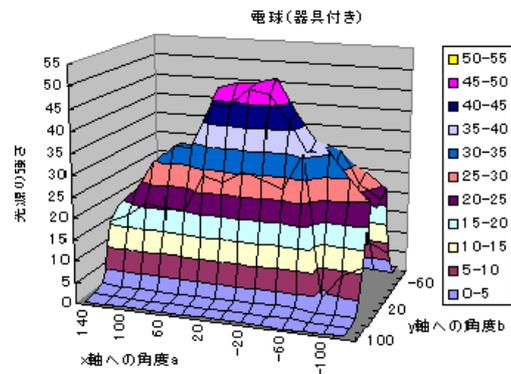
光源	色温度	照度	照射距離	色度座標	スペクトル
電球色	2700K	10lx	40m	(0.5, 0.5)	[Spectral graph]
白色	6500K	10lx	40m	(0.5, 0.5)	[Spectral graph]

表2は、赤色信号を実現する場合の無電極ランプの光源色を電球色と白色の比較データである。無電極ランプの光源色を電球色と白色に2種類を使用して、赤色フィルターを用いて検討したところ、船舶用舷灯の赤色信号の場合、電球色を使用の方が高効率である。

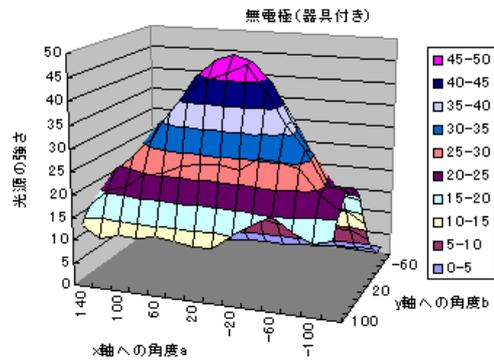
詳細データは割愛するが、青色信号では、青色フィルターを用いて検討したところ、光源色として電球色と白色を使用する場合、白色を使用の方が高効率となった。

(3) 配光特性評価

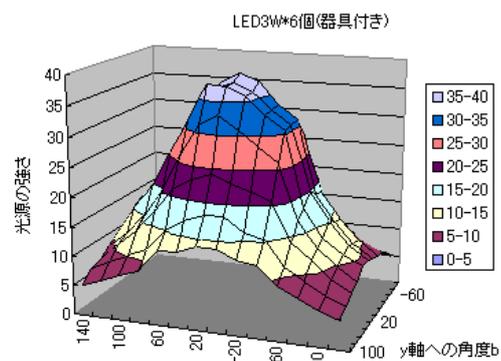
従来の白熱電球との配光特性との比較を行った。配光特性を測定する装置は、高価であるために、簡易的に1.5m下の水面配光特性を測定した。使用器具は図1の船舶用舷灯である。図4に船舶用舷灯に各種光源を装着した場合の配光特性を示す。白熱電球と無電極ランプの発光体の外観が似ているために配光特性はほぼ同一と言えるが、LEDは配光特性が異なり、現行の白熱電球と同じ配光特性を得る場合には、配光特性を考慮した器具設計が必要である。



(a) 白熱電球



(b) 無電極ランプ



(c) LED

図4 船舶用舷灯の配光特性

(4) 船舶に装備した場合の評価

弓削商船高専所有の練習船弓削丸における通常航海中のエンジン発電電圧と、エンジン停止時のサイリスタインバータによる電源電圧に、各種光源を接続した場合の入力電流のTHD(高調波歪、Total Harmonic Distortion)と光のチラツキを測定した。光のチラツキ測定は、光センサを試作した。測定結果を表3に示す。エンジン発

電電源に比べて、サイリスタインバータ電源での入力電流のTHDは大きくなっている。図5は光のチラツキを測定したものである。アクティブフィルター内臓の無電極ランプは白熱電球と同様にチラツキはないが、アクティブフィルター内臓でないものは、チラツキが感じられる。船舶に搭載しているサイリスタインバータによる電源での使用を考えると、点灯回路にはアクティブフィルターが必要である。

表3 船舶電源における各種光源の入力電流のTHD

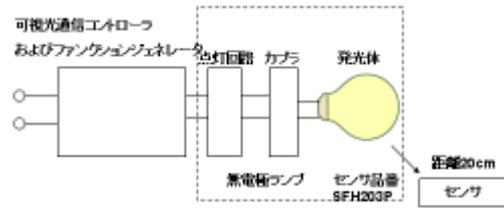
	エンジン発電電圧	サイリスタインバータ電圧
電球	1.31%	3.17%
コンパクト蛍光灯	64.06%	77.29%
無電極ランプ (アクティブフィルター無し)	79.13%	81.91%
無電極ランプ (アクティブフィルター内臓)	6.33%	7.55%

	エンジン発電電源	サイリスタ発電電源	光のチラツキ
白熱電球			共に チラツキ無し
無電極ランプ (20W) アクティブ フィルター無し			エンジン発電は チラツキ無し サイリスタ発電は チラツキ有り
無電極ランプ (50W) アクティブ フィルター有り			共に チラツキ無し

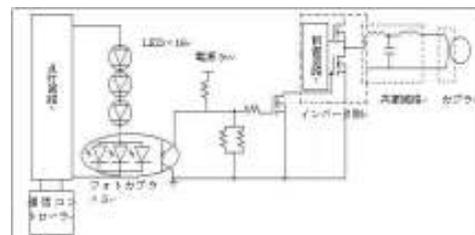
図5 船舶電源における電圧波形と光出力波形

(5) 可視光通信への展開調査

無電極ランプの速い点滅応答性、高い光出力に着目して、海洋照明分野への応用を考え、本研究の発展、派生的なテーマとして「無電極ランプによる可視光通信の研究」として取り組み、試作したシステムに可視光通信機能を付加して、機能サンプルの試作、基礎データ収集を実施。図6に実験回路を示す。無電極ランプに変調回路(可視光通信コントローラ)で点灯実験を行い、発光体から距離 20cm に試作した光センサを設置し可視光通信を想定した変調信号により無電極ランプの光信号波形により光の応答性を測定した。



(a) 実験回路ブロック図



(b) 実験回路詳細図
図6 可視光通信の実験回路

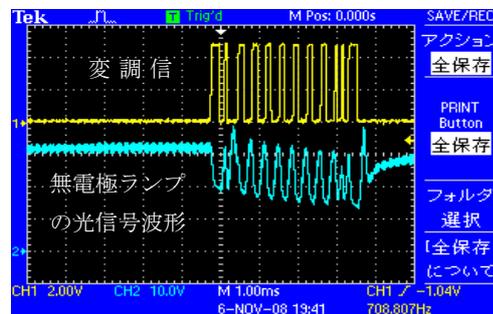


図7 変調信号と光信号波形

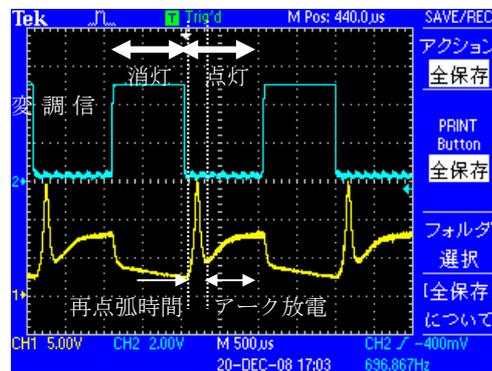


図8 変調信号に対する光出力波形

図9回路解析例

図7では無電極ランプの変調信号に対して無電極ランプの光信号波形は零電位まで落ちていないことがわかる。即ち、0, 1のデジタル信号への変換が難しく、その結果、このままではデジタル通信を行うことが困難ということがわかった。

図8は、変調信号に対する光出力波形を示す。毎サイクル点滅して信号を送る方式では毎サイクル再点弧が発生するために信号の高速化には限界があることが判った。従って無電極ランプでの可視光通信には LED と同様な変調方式では再点弧時間が発生するために限界があり、再点弧時間を短くする方法、または低い周波数応答性での用途を検討する必要がある。

(6)その他、回路解析

パワーエレクトロニクス回路の解析ソフト、PSIM7.0.5 を用いて、無電極ランプ点灯回路のシミュレーションに取り組んだ。図9に解析回路図と解析波形例を示す。蛍光灯を想定したものは出来たが、無電極ランプを負荷とする場合には、誘導コイルから無電極ランプに電力を供給する等価回路モデルの構築が必要である。今後、継続検討を行い、等価回路モデルを確立していきたい。



(a)解析回路図



(b) 解析波形例(入力電流波形)



(c)解析波形例(出力電流波形)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

- ① 岡本太志、調光型無電極蛍光ランプの研究、弓削商船高等専門学校紀要、査読無、第32号、103-108、平成22年2月(2010年)
- ② 岡本太志、無電極ランプ用D級増幅点灯回路の動作解析、弓削商船高等専門学校紀要、査読無、第31号、113-119、平成21年2月(2009年)
- ③ 岡本太志、無電極ランプ点灯回路に関する研究、弓削商船高等専門学校紀要、査読無、第30号、109-115、平成20年2月(2008年)

[学会発表](計2件)

- ① 高井良晃、岡本太志、海洋分野における可視光通信の考察、しまなみ機械工学シンポジウム2009、平成21年(2009)、8月8日、今治市伯方町農村環境改善センター
- ③ 高井良晃、岡本太志、放電灯を用いた可視光通信の一検討、H21年度電気・情報関連学会中国支部第60回連合大会、平成21年(2009)、10月17日、広島市立大学

[図書](計1件)

岡本太志(共著)、サイエンス&テクノロジー、液晶ディスプレイバックライト、2008年、pp120-128.

[産業財産権]

○出願状況(計1件)

名称:OLED DRIVER AND ILLUMINATOR EQUIPPED WITH SUCH DRIVER

発明者:前原稔、岡本太志、平松明則、中野智之、川南博生

権利者: MATSUSHITA ELECTRIC WORKS,LTD.

種類:ヨーロッパ特許

番号:EP 1 973 385 A1

出願年月日:2008.9.24

国内外の別:外国出願;EUROPEAN PATENT、EP1973385A1(ヨーロッパ特許)

