

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5540292号
(P5540292)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月16日(2014.5.16)

(51) Int.Cl.		F I	
H05B 37/02	(2006.01)	H05B 37/02	J
F21V 23/00	(2006.01)	F21V 23/00	140
H01L 33/00	(2010.01)	H01L 33/00	J
F21Y 101/02	(2006.01)	F21Y 101:02	

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-298420 (P2008-298420)	(73) 特許権者	504147254
(22) 出願日	平成20年11月21日(2008.11.21)		国立大学法人愛媛大学
(65) 公開番号	特開2009-146893 (P2009-146893A)		愛媛県松山市道後樋又10番13号
(43) 公開日	平成21年7月2日(2009.7.2)	(74) 代理人	100119367
審査請求日	平成23年11月20日(2011.11.20)		弁理士 松島 理
(31) 優先権主張番号	特願2007-303788 (P2007-303788)	(74) 代理人	100142217
(32) 優先日	平成19年11月23日(2007.11.23)		弁理士 小笠原 宜紀
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	神野 雅文
			愛媛県松山市文京町3番 国立大学法人愛媛大学大学院理工学研究科内
		(72) 発明者	本村 英樹
			愛媛県松山市文京町3番 国立大学法人愛媛大学大学院理工学研究科内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

照明用発光ダイオードと、この照明用発光ダイオードに対して50Hz以上200Hz以下の周波数で周期的にパルス状に電力を供給する照明用発光ダイオード用電源を有し、照明用発光ダイオードを周期的にパルス状に発光させ、1周期の時間に対してパルス状に電力を供給する時間の比が10%以下である照明装置。

【請求項2】

1回のパルス状電力供給をする時間が1.7ミリ秒以下である請求項1に記載の照明装置

【請求項3】

60Hz以上100Hz以下の周波数でパルス状に電力を供給する請求項1または請求項2のいずれかに記載の照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、発光ダイオードを用いた照明装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

発光ダイオード(LED)は、小型・軽量で、低消費電力の光源として、広く使用されて

いる。その多くは、イルミネーション、電光掲示板、インディケータランプなど発光ダイオードを直接見るような用途で使用される。例えば、特許文献1には、省電力で作動し、高輝度の面発光表示盤および標識装置が記載されている。

【0003】

また発光ダイオードは、直接見るような用途のほか、他の対象物に光を放射し、その反射光や透過光により照らし出されたものを認識するための照明装置としても使用されつつある。たとえば、特許文献2には、異なる色の発光ダイオードを組み合わせ、白色に近い光による照明がおこなえる照明器具が記載されている。

【特許文献1】特開2003-195792号公報

【特許文献2】特開2007-265818号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載された発明は面発光表示盤および標識装置に関するものであり、同文献には照明に関する事項は記載されていない。一方、特許文献2に記載された発明は照明装置に関するものである。複数の発光ダイオードを組み合わせ、そのいくつかの明るさを変えることによって、電球色・温白色・白色・昼白色・昼光色の白色5色可以实现できる。ここで、明るさを変えるとは、白色5色の切替えのためであり、そのどれかが選択されれば、時間的には一定の明るさである。このように、発光ダイオードを使用した照明装置は、白熱電球に比べて消費電力が少ない。しかし、エネルギー消費の低減のため、さらに消費電力の小さい効率的な照明装置の開発が望まれる。

20

【0005】

この発明は、従来の発光ダイオード照明装置よりもさらに消費電力の小さい効率的な照明装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するために、本発明に係る照明装置は、照明用発光ダイオードと、この照明用発光ダイオードに対して周期的にパルス状に電力を供給する照明用発光ダイオード用電源を有し、照明用発光ダイオードを周期的にパルス状に発光させるものである。1周期に対してパルス状に電力を供給する時間の比が10%程度またはそれ以下とすることが好ましい。また、1回のパルス状電力供給をする時間を1.7ミリ秒程度またはそれ以下とすることが好ましい。さらに、60Hz以上100Hz以下の周波数でパルス状に電力を供給することが好ましい。

30

【発明の効果】

【0007】

この発明は、照明用発光ダイオードを周期的にパルス状に発光させることにより、少ない発光量(光束)で大きな心理的輝度を得ることができる。したがって、エネルギー消費の小さい照明装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

この発明を実施するための最良の形態について説明する。図1は、発光ダイオード照明装置の例を示す回路図である。発光ダイオード照明装置1は照明用発光ダイオード2を有する。そして図1において、照明用発光ダイオード2以外のものが照明用発光ダイオード用電源である。

40

【0009】

照明用発光ダイオード用電源は照明用発光ダイオード2に対して周期的にパルス状に電力を供給する。図1に示す例では、直流電源3と、FET4と、ファンクションジェネレータ5によって照明用発光ダイオード用電源を構成する。直流電源3はFET4を介して照明用発光ダイオード2に接続されている。また、ファンクションジェネレータ5の信号は、FET4のゲートに入力される。

50

【0010】

ファンクションジェネレータ5の信号に基いてFET4は増幅作用またはON-OFF動作を行い、照明用発光ダイオード2への電力の供給が制御される。なお、照明用発光ダイオード2の両極にはオシロスコープのプロブCH1, CH2を接続し、照明用発光ダイオード2に印加される電圧を測定できるようにした。

【0011】

図2はファンクションジェネレータ5の出力信号の例を示す説明図である。所定の形状のパルス信号を一定の周期で繰り返している。たとえば図2においては、一周期の時間 t_c において、パルス時間幅 t_p の矩形波のパルス信号が送られる。これによって、ほぼ同じ波形の電力供給が照明用発光ダイオード2に施される。照明用発光ダイオード2は、このパルス時間幅 t_p のみ強く発光し、残りの時間($t_c - t_p$)においては消えた状態となる。

10

【0012】

したがって、この照明装置によって照らし出された対象物は、やはりパルス状に反射光を発生させる。しかし、短い周期 t_c でパルス発光を行った場合、この反射光を人間はパルス発光であることを感じることなく、通常の連続的な照明と同様に認識する。そして、この光量を時間的に積算した値(光束)を求めたところ、連続発光の場合の光束よりも少ない量で、同じくらいの明るさであると認識することを見出した。

【0013】

すなわち、照明として同じ心理的輝度を得るのに、実際はより少ない光束しか必要とせず、エネルギー効率を改善できることが判明した。

20

【0014】

なお、図2示すパルス波形は一例であり、三角波やのこぎり波など矩形波以外の波形でも使用できる。さらに、パルス時間幅 t_p 以外の時間において、完全に消灯していてもよい。弱い発光が連続している状態に、短時間の強い発光が重ね合わされたようなものも、この発明においてはパルス状に含むものとする。

【実施例1】

【0015】

ついで、第1の実施例に基づいて、さらに詳細に説明する。図3は、照明装置の試験装置を示す正面図である。試験装置11は、同じ大きさの第1空間12aと第2空間12bを有し、それぞれの空間は仕切板13によって区切られている。第1空間12aと第2空間12bはそれぞれ高さ0.25m、幅0.25mである。

30

【0016】

それぞれの空間の天井には同じ種類の照明用発光ダイオード2a, bが設けられている。そして、一方の照明用発光ダイオード2aには図1に示す照明用発光ダイオード用電源が接続されており、パルス状の発光を行う。他方の照明用発光ダイオード2bには図4に示す照明用発光ダイオード用電源が接続されており、通常の照明装置のように一定の強度で連続的な発光を行う。

【0017】

照明用発光ダイオードとして、日亜化学株式会社製の型式NSPG510S(緑色LED)と型式NSPB500S(青色LED)の2種類を使用する。試験に使用する照明用発光ダイオードの選定にあたっては、同じ型式のものを20個用意し、入力電力と光束の関係を測定して、そのカーブがほぼ同じになるもの2個を選び出した。

40

【0018】

第1空間12aと第2空間12bの床部には、それぞれ同じ種類の自動車模型14a, bにおいて、観察対象物とした。ここで、自動車模型14a, bは縮尺1/64のもので、レーシングカーをモデルにしたものである。この自動車模型14a, bは白・青・緑・赤などの色に塗装されており、観察に適している。

【0019】

ついで、照明装置の試験方法について説明する。パルス発光の周波数は60Hzであり、

50

周期 t_c に対するパルス時間幅 t_p の比 t_p / t_c (デューティ比) は 5 % および 10 % とした。すなわち、それぞれのパルス時間幅 t_p は、1.7 ミリ秒および 0.8 ミリ秒程度である。

【0020】

一方の照明用発光ダイオード 2a はパルス状に発光させ、他方の照明用発光ダイオード 2b は一定の強度で連続的に発光させる。それぞれの電源装置において直流電源の電圧は可変となっており、あらかじめ乱数によって決められた電圧値の組み合わせに従ってそれぞれの照明用発光ダイオード 2a, b の発光量を変えながら、発光させる。被験者は試験装置 11 の正面で、0.3 m 程度はなれた位置より自動車模型 14a, b を観察する。そして、それぞれの条件ごとにどちらの自動車模型がより明るく見えるか、あるいは同程度かを判定する。ここで、どちらがパルス状発光であるかや電源電圧の値についての情報は、被験者には知らされていない。2名の被験者に同様の判定をさせた。

10

【0021】

光束の測定には Ocean Optic 社の積分球を用い、同社の分光分析装置 USB2000 によって光束を求めた。

【0022】

図5は第1の被験者による緑色LEDでパルス発光のデューティ比5%での試験結果を示すグラフであり、図6は同じく第2の被験者によるデューティ比5%、図7は同じく第1の被験者によるデューティ比10%、図8は同じく第2の被験者によるデューティ比10%での試験結果を示すグラフである。また、図9は第1の被験者による青色LEDでパルス発光のデューティ比5%での試験結果を示すグラフであり、図10は同じく第2の被験者によるデューティ比5%、図11は同じく第1の被験者によるデューティ比10%、図12は同じく第2の被験者によるデューティ比10%での試験結果を示すグラフである。それぞれのグラフにおいて、縦軸はパルス発光のLEDの光束 I_{pulse} を、横軸は連続発光のLEDの光束 I_{DC} を示し、各判定時における両LEDの光束の値 (I_{DC}, I_{pulse}) によってマッピングしている。グラフ中において、印は連続発光の方が明るいと感じたことを、x印はパルス発光の方が明るいと感じたことを、印は同程度の明るさであると感じたことを示す。

20

【0023】

どのグラフにおいても、若干のバラツキはあるものの 印は右下部に多く、x印は左上部に多く分布しており、その境界領域に 印の点が現れている。パルス発光照明と連続発光照明が同程度の明るさに感じられるとき、パルス発光照明の光束 I_{pulse} と I_{DC} の間に $I_{pulse} = K \cdot I_{DC}$ の関係があるとして、 印の点に最も合う係数 K の値を最小二乗法により求めた。その結果を表1に示す。また、得られた K の値に基づいて $I_{pulse} = K \cdot I_{DC}$ を示す線を表示した。この K は同じ心理的輝度を得るために、パルス光が連続発光に対してどれだけの大きさ必要であるかの比率を示しており、K が1のときパルス光と連続光は同じ光束で同じ心理輝度を与え、K が1より小さければ、心理的輝度を得るのにパルス光の方が連続光よりも小さい光束ですむことを示している。

30

【表1】

LED	緑				青			
	5%		10%		5%		10%	
デューティ比								
被験者	1	2	1	2	1	2	1	2
係数K	0.34	0.39	0.62	0.48	0.50	0.67	0.67	0.68

40

【0024】

すべての場合において係数 K は 1 より小さく、パルス発光照明はより少ない光束で連続発光照明と同じ明るさ (心理的輝度) を実現することができることが確認できる。すなわち、この発明によるパルス発光照明によってエネルギー効率を向上させることができる。ま

50

た、デューティ比あるいはパルス時間幅で比較した場合、デューティ比5%（パルス時間幅0.8ミリ秒程度）の方がよりエネルギー効率が高いことがわかる。なお、21人の被験者に対しても同様の試験を行ったところ、すべての被験者について係数Kは1より小さく、しかも大半の被験者について係数Kは近い値が得られた。

【実施例2】

【0025】

さらに、第2の実施例について説明する。この実施例においては、照明用発光ダイオードとして、赤色LEDである日亜化学株式会社製の型式NSPR510CSを使用する。第1の実施例と同様に図3に示す試験装置を使用した。試験方法も同様である。図13は第1の被験者による赤色LEDでパルス発光のデューティ比5%での試験結果を示すグラフであり、図14は同じく第2の被験者によるデューティ比5%、図15は同じく第1の被験者によるデューティ比10%、図16は同じく第2の被験者によるデューティ比10%での試験結果を示すグラフである。これらのグラフ中の印のデータに基づいて、パルス発光照明の光束 I_{pulse} と連続発光照明の光束 I_{DC} の関係である $I_{pulse} = K \cdot I_{DC}$ の係数Kの値を最小二乗法により求めた。その結果を表2に示す。

【表2】

LED	赤			
	5%		10%	
デューティ比				
被験者	1	2	1	2
係数K	0.58	0.50	0.59	0.67

【0026】

以上、赤色LEDにおいても、緑色LEDや青色LEDの場合と同様にパルス発光を行うことによって、少ない光束で連続発光照明と同じ明るさ（心理的輝度）を実現することができることが確認できる。デューティ比あるいはパルス時間幅で比較した場合、デューティ比5%（パルス時間幅0.8ミリ秒程度）の方がよりエネルギー効率が高いことがわかる。

【0027】

以上、緑色LED、青色LED、赤色LEDのすべてにおいて、エネルギー効率を向上させることができる。緑色LED、青色LED、赤色LEDを組み合わせることによって、エネルギー効率が高い白色光の照明装置を構成することもできる。

【実施例3】

【0028】

第3の実施例について図17と図18に基づいて説明する。この実施例においては、実施例1で使用した青色LEDを用いた。デューティ比を2~40%の範囲で変化させながら、係数Kの評価を行った。周波数は60Hzの場合と80Hzの場合について行った。それぞれの条件で、2人の被験者による試験を行っている。それ以外の試験条件は実施例1と同じである。したがって、青色LEDより発生した光を観察対象物に照射して、その反射光を観察した例である。

【0029】

図17は周波数60Hzで反射光観察におけるデューティ比と係数Kの関係を示すグラフであり、図18は同じく周波数80Hzのデューティ比と係数Kの関係を示すグラフである。ここで、縦軸は係数Kの逆数で表示している。

【0030】

周波数60Hzおよび周波数80Hzの双方で、デューティ比10%以下においては $1/K$ は1より大きい、すなわち、係数Kは1より小さいことが確認できる。したがって、デューティ比10%以下においては、省エネルギー効果の実現でき、特に5%以下では省エネルギー効果が向上する。なお、この実施例では、デューティ比40%当たりになると $1/K$

10

20

30

40

50

は1に近くなっている。

【実施例4】

【0031】

第4の実施例について図19と図20に基づいて説明する。この実施例においては、デューティ比を5%または10%に設定し、周波数を40~200Hzの範囲で変化させながら、係数Kの評価を行った。それぞれの条件で、2人の被験者による試験を行っている。それ以外の試験条件は実施例1、実施例3と同じである。

【0032】

図19はデューティ比5%で反射光観察における周波数と係数Kの関係を示すグラフであり、図20は同じくデューティ比10%で反射光観察における周波数と係数Kの関係を示すグラフである。

10

【0033】

全ての条件において $1/K$ は1より大きい。そして、40Hz以上200Hz以下の範囲において、ちらつきが生じず、良好に観察できた。40Hz以上200Hz以下の周波数範囲においては、 $1/K$ は高い値となっており、80Hzあたりを極大とする $1/K$ の増減が生じた。周波数が60Hzより低下しても $1/K$ は増加する傾向があるが、40Hz未満ではちらつきを感じるようになる。図面中で縦の点線は被験者がちらつきを感じた条件を示している。したがって、40Hz以上200Hz以下の範囲が好ましく、さらに周波数60Hz以上100Hz以下の範囲が好ましく、周波数80Hz程度が特に好ましい。

20

【実施例5】

【0034】

第5の実施例について図21から図24に基づいて説明する。これまでの実施例が反射光観察の例であったのに対し、この実施例においては発光ダイオードの光を直接観察する試験を行って、係数Kの評価を行った。周波数を60Hzまたは80Hzに設定し、デューティ比を変化させながら、係数Kの評価を行った。また、デューティ比を5%または10%に設定し、周波数を40~200Hzの範囲で変化させながら、係数Kの評価を行った。それぞれの条件で、2人の被験者による試験を行っている。自動車模型への照射による反射光を観察する代わりに、発光ダイオードを直接観察する試験である。それ以外の試験条件は実施例1と同じである。

30

【0035】

図21は周波数60Hzで直接光観察におけるデューティ比と係数Kの関係を示すグラフ、図22は同じく周波数80Hzのデューティ比と係数Kの関係を示すグラフ、図23はデューティ比5%で直接光観察における周波数と係数Kの関係を示すグラフ、図24は同じくデューティ比10%で直接光観察における周波数と係数Kの関係を示すグラフである。

【0036】

この実施例においても、反射光観察の実施例3、実施例4と同様の傾向が確認できる。全ての条件において $1/K$ は1より大きい。デューティ比10%以下で $1/K$ の増加が見られ、デューティ比5%以下ではその増加が著しい。

40

【0037】

50Hz以上200Hz以下の範囲において、ちらつきが生じず、80Hzあたりを極大とする $1/K$ の増減が生じている。周波数が60Hzより低下しても $1/K$ は増加する傾向があるが、50Hzを下回るとちらつきを感じるようになる。したがって、周波数60Hz以上100Hz以下の範囲が好ましく、周波数80Hz程度が特に好ましい。

【0038】

以上、直接光として発光ダイオードを使用する場合にも本発明が有効であることがわかる。したがって、発光ダイオードの光を反射光として間接的に視認する場合に加えて、たとえば表示灯のように発光ダイオードの光を直接見るような用途にも適用できる。また、直接光と間接光の中間的な用途、例えば液晶パネルのバックライトなどにも適しており、発

50

光ダイオードを使用した光源装置として広く適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】発光ダイオード照明装置の例を示す回路図である。

【図2】ファンクションジェネレータの出力信号の例を示す説明図である。

【図3】照明装置の試験装置を示す正面図である。

【図4】連続発光の発光ダイオード照明装置の例を示す回路図である。

【図5】第1の被験者による緑色LEDでパルス発光のデューティ比5%の試験結果を示すグラフである。

【図6】同じく第2の被験者によるデューティ比5%の試験結果を示すグラフである。

10

【図7】同じく第1の被験者による緑色LEDでパルス発光のデューティ比10%の試験結果を示すグラフである。

【図8】同じく第2の被験者によるデューティ比10%の試験結果を示すグラフである。

【図9】第1の被験者による青色LEDでパルス発光のデューティ比5%の試験結果を示すグラフである。

【図10】同じく第2の被験者によるデューティ比5%の試験結果を示すグラフである。

【図11】同じく第1の被験者による青色LEDでパルス発光のデューティ比10%の試験結果を示すグラフである。

【図12】同じく第2の被験者によるデューティ比10%の試験結果を示すグラフである。

20

【図13】第1の被験者による赤色LEDでパルス発光のデューティ比5%の試験結果を示すグラフである。

【図14】同じく第2の被験者によるデューティ比5%の試験結果を示すグラフである。

【図15】同じく第1の被験者による赤色LEDでパルス発光のデューティ比10%の試験結果を示すグラフである。

【図16】同じく第2の被験者によるデューティ比10%の試験結果を示すグラフである。

【図17】周波数60Hzで反射光観察におけるデューティ比と係数Kの関係を示すグラフである。

【図18】周波数80Hzで反射光観察におけるデューティ比と係数Kの関係を示すグラフである。

30

【図19】デューティ比5%で反射光観察における周波数と係数Kの関係を示すグラフである。

【図20】デューティ比10%で反射光観察における周波数と係数Kの関係を示すグラフである。

【図21】周波数60Hzで直接光観察におけるデューティ比と係数Kの関係を示すグラフである。

【図22】周波数80Hzで直接光観察におけるデューティ比と係数Kの関係を示すグラフである。

【図23】デューティ比5%で直接光観察における周波数と係数Kの関係を示すグラフである。

40

【図24】デューティ比10%で直接光観察における周波数と係数Kの関係を示すグラフである。

【符号の説明】

【0040】

1．発光ダイオード照明装置

2．照明用発光ダイオード

3．直流電源

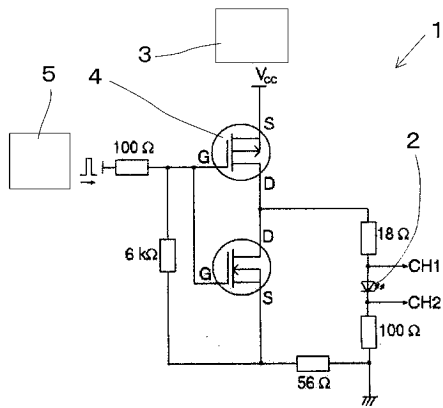
4．FET

5．ファンクションジェネレータ

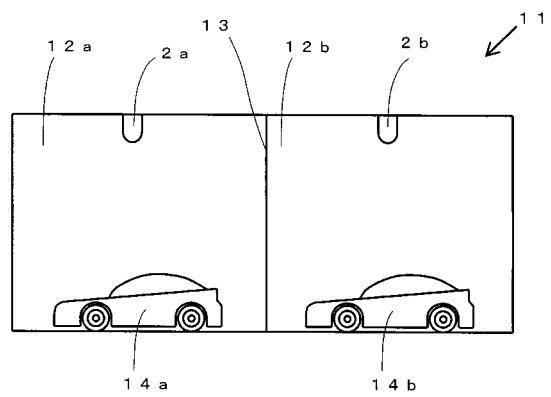
50

- 1 1 . 照明装置の試験装置
- 1 2 a . 第 1 空間
- 1 2 b . 第 2 空間
- 1 3 . 仕切板
- 1 4 . 観察対象物 (自動車模型)

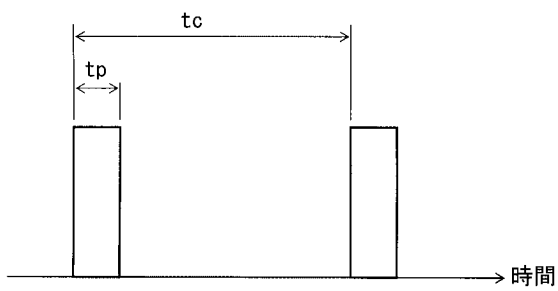
【 図 1 】



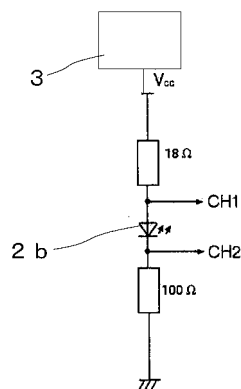
【 図 3 】



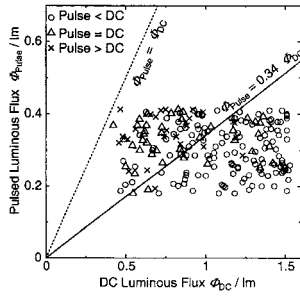
【 図 2 】



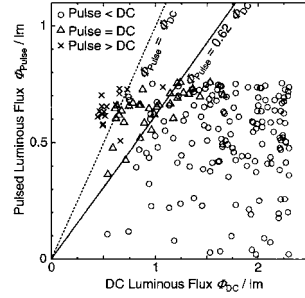
【 図 4 】



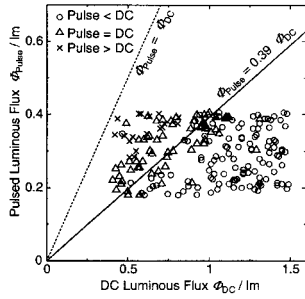
【 5 】



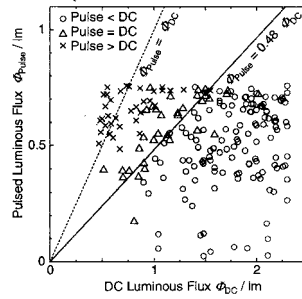
【 7 】



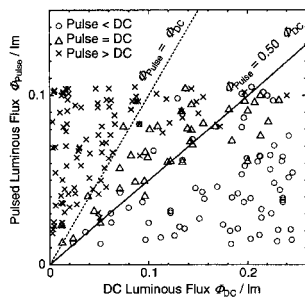
【 6 】



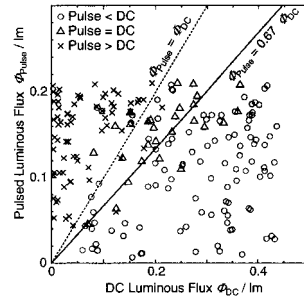
【 8 】



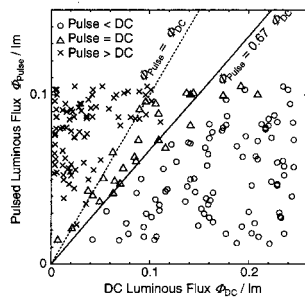
【 9 】



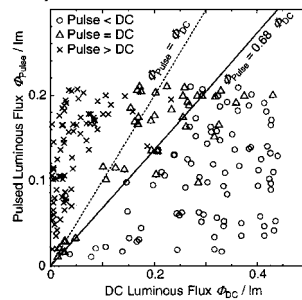
【 1 1 】



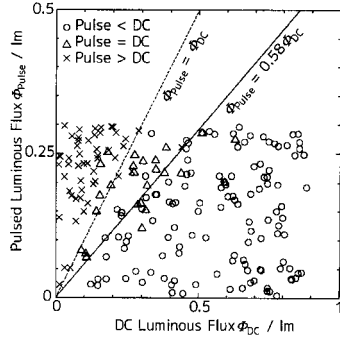
【 1 0 】



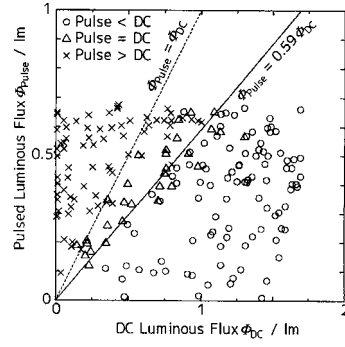
【 1 2 】



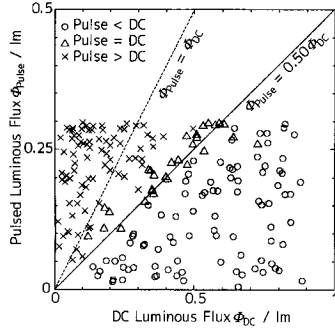
【 1 3 】



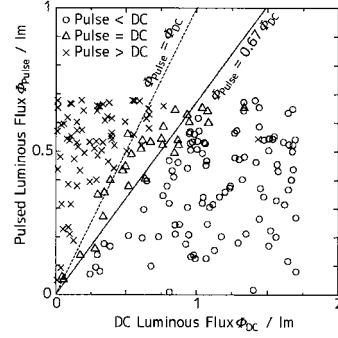
【 1 5 】



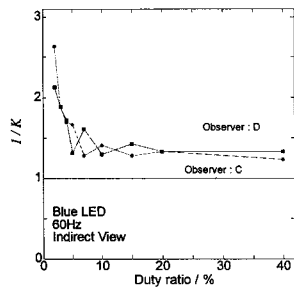
【 1 4 】



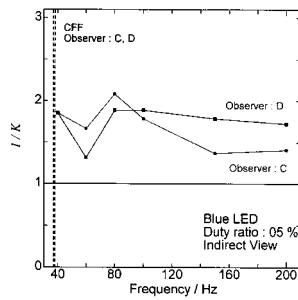
【 1 6 】



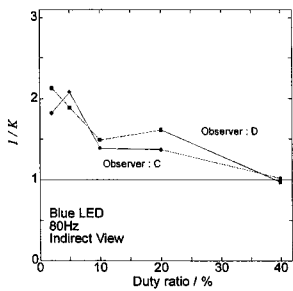
【 1 7 】



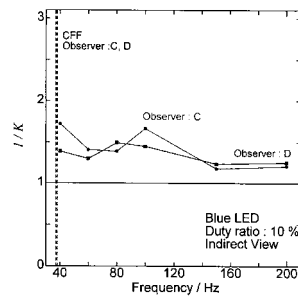
【 1 9 】



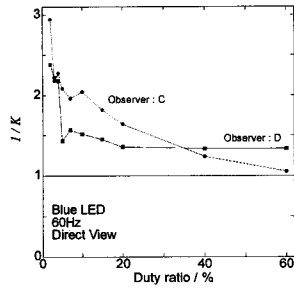
【 1 8 】



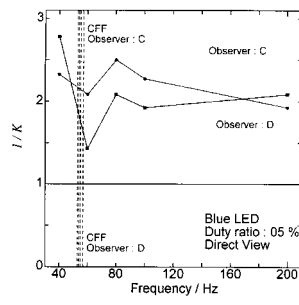
【 2 0 】



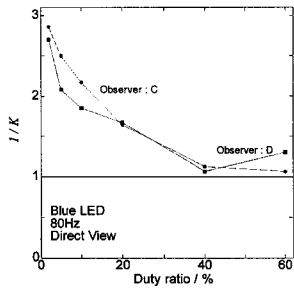
【 2 1 】



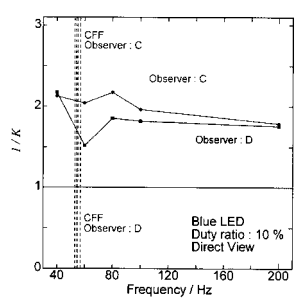
【 2 3 】



【 2 2 】



【 2 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 戸田 幸伸
愛媛県松山市文京町3番 国立大学法人愛媛大学大学院理工学研究科内
- (72)発明者 森田 圭司
愛媛県松山市文京町3番 国立大学法人愛媛大学大学院理工学研究科内
- (72)発明者 富田 悠太
愛媛県松山市文京町3番 国立大学法人愛媛大学工学部内

審査官 三島木 英宏

- (56)参考文献 特開2007-227324(JP,A)
特開2004-282059(JP,A)
特開平11-339977(JP,A)
特開2007-242427(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 37/02
F21V 23/00
H01L 33/00
F21Y 101/02