

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 4 月 30 日(30.04.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/060072 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 37/02 (2006.01) H01Q 9/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/075938
- (22) 国際出願日: 2014 年 9 月 29 日(29.09.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-222234 2013 年 10 月 25 日(25.10.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社メガチップス(MEGACHIPS CORPORATION) [JP/JP]; 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原一丁目 1 番 1 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 浅川 晃次(ASAKAWA, Koji); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原一丁目 1 番 1 号 株式会社メガチップス内 Osaka (JP). 浅見 友順(ASAMI, Tomonobu); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原一丁目 1 番 1 号 株式会社メガチップス内 Osaka (JP). 奈良 裕介(NARA, Yusuke); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原一丁目 1 番 1 号 株式会社メガチップス内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 上羽 秀敏, 外(UEBA, Hidetoshi et al.); 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜 2 丁目 2 番 2

8 号 堂島アクシスビル インテリクス特許法律事務所 Osaka (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ILLUMINATION MODULE, WIRELESS COMMUNICATION MODULE, ILLUMINATION DEVICE, AND ILLUMINATION CONTROL SYSTEM

(54) 発明の名称: 照明用モジュール、無線通信用モジュール、照明装置、および、照明制御システム

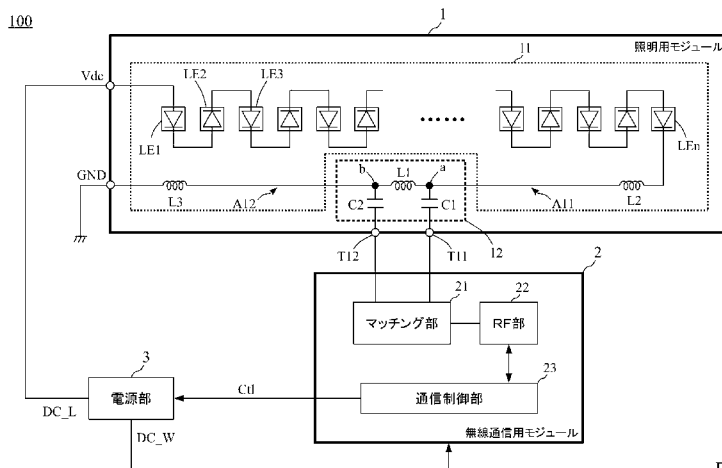


FIG. 1:
1 Illumination module
2 Wireless communication module
3 Power supply unit
21 Matching unit
22 RF unit
23 Communication controller

(57) Abstract: To realize an illumination device in which adequate illumination performance is obtained in illumination equipment and highly reliable wireless communication is performed without impairing the outer appearance of the illumination equipment. An illumination device (100) is provided with an illumination module (1), a wireless communication module (2), and a power supply unit (3). The inductive reactance of coils (L1, L2, L3) at a carrier frequency (f) is set to a high impedance, whereby a circuit of the illumination module (1) functions, due to a first antenna part (A11) and a second antenna part (A12), as a dipole antenna circuit in response to a high-frequency signal, and functions as a circuit for causing light-emitting elements (LE1-LEn) to emit light in response to a DC-component signal.

FIG. 1

(57) 要約: 照明機器の外観を損ねず、照明機器の照明性能を確保し、かつ、信頼性の高い無線通信を実行する照明装置を実現する。照明装置(100)は、照明用モジュール(1)と、無線通信用モジュール(2)と、電源部(3)とを備える。搬送波周波数fにおける、コイル(L1、L2、L3)の誘導リアクタンスを高インピーダンスとすることで、照

明用モジュール(1)の回路は、高周波信号に対して、第1アンテナ部(A11)、第2アンテナ部(A12)によりダイポールアンテナ回路として機能し、直流成分の信号に対しては、発光素子(LE1~LEn)を発光させる回路として機能する。

明 細 書

発明の名称：

照明用モジュール、無線通信用モジュール、照明装置、および、照明制御システム

技術分野

[0001] 本発明は、照明用モジュール、無線通信用モジュール、照明装置、および、照明制御システムに関する。

背景技術

[0002] EMS（エネルギー・マネージメント・システム）は、電力を抑制し省エネの環境を実現することができるので、近年、ビル、商業施設、住宅など様々な建造物にEMSが導入されることが多くなっている。EMSでは、管理対象の機器を制御する必要があるので、管理対象の機器の情報の取得や管理対象の機器への通知を行うことが不可欠である。そのため、EMSでは、管理対象の機器に通信機能を搭載させる必要がある。

[0003] EMSを導入するに際し、特に、（管理対象となる）照明機器に、より安価で、より信頼性の高い通信を行うことができる手段を搭載したいというニーズが高まっている。

[0004] 従来、照明機器を専用線等に接続し、有線通信により、当該照明機器に制御情報を送信することで、当該照明機器を制御するという手法が採用されていた。しかし、この手法では、照明機器を1台1台制御できるようにするために、膨大な配線工事費用がかかるという問題がある。

[0005] この問題を解決するために、例えば、特許文献1（特開2008-153831号公報）に記載されている技術を用いて、照明機器に配線工事不要の無線通信用モジュールおよび無線通信用アンテナを搭載させ、当該照明機器に対して、無線通信により、制御情報等を送信するというシステムを採用することが考えられる。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記システムでは、無線通信機能を実現するために、照明機器の外部に、無線通信用アンテナを設置する必要がある。このため、上記システムでは、無線通信用アンテナを設置するためのスペースを、照明機器を設置するスペース以外に別途設ける必要があり、照明機器の設置スペースに制限がある場合、上記システムのように、無線通信用アンテナを設置するためのスペースを確保することが困難である場合がある。また、上記システムでは、照明機器外に大きな無線通信用アンテナが設置されるため、外観も損ねる。

[0007] 一般に、照明機器の設置スペースは制限を受けることが多いので、照明機器の照明性能を確保しつつ、かつ、照明機器の外観を損ねることなく、照明機器に、信頼性の高い無線通信を実現する無線通信用モジュールや無線通信用アンテナを取り付けることは困難である。

[0008] そこで、本発明は、上記問題点に鑑み、照明機器の外観を損ねず、照明機器の照明性能を確保し、かつ、信頼性の高い無線通信を実行する照明用モジュール、無線通信用モジュール、照明装置、および、照明制御システムを実現することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、第1の発明は、無線通信用モジュールと接続可能な照明用モジュールであって、第1回路部と、第1コンデンサと、第2コンデンサと、第2回路部と、を備える照明用モジュールである。

[0010] 第1回路部は、発光素子を含む。

[0011] 第2回路部は、第1回路および無線通信用モジュールと接続され、第1コンデンサと、第2コンデンサと、第1コイルとを備える。

[0012] 第1コンデンサは、無線通信用モジュールの第1接続端子に、第1端が接続されている。

[0013] 第2コンデンサは、無線通信用モジュールの第2接続端子に、第1端が接続されている。

[0014] 第1コイルは、第1端が第1コンデンサの第2端に接続されており、かつ、第2端が第2コンデンサの第2端に接続されている。

[0015] そして、第1回路部に直流電源を接続し、無線通信用モジュールの第1接続端子と第2接続端子間に、第1周波数の交流信号が入力された場合、第1回路および第2回路により形成される回路は、第1周波数の交流信号に対して、アンテナ回路として機能するとともに、直流電源から第1回路に供給される直流信号に対して、発光素子を点灯させる回路として機能する。

[0016] この照明用モジュールでは、第1回路および第2回路により形成される回路が、(1) 直流成分の信号に対して、発光素子を点灯させる回路として機能し、(2) 高周波成分の信号（例えば、第1周波数の交流信号）に対しては、アンテナを構成する回路として機能する。つまり、この照明用モジュールでは、1つの回路で、照明用の回路と、無線通信のためのアンテナ用の回路との両方を実現することができる。

[0017] したがって、この照明用モジュールでは、無線通信機能を実現させるために、従来のように、照明装置の外部に大きなアンテナを設置する必要がないので、この照明用モジュールを用いて実現される照明機器では、その外観を損ねることがない。

[0018] このように、この照明用モジュールを用いた照明機器では、照明機器の外観を損ねず、照明機器の照明性能を確保し、かつ、信頼性の高い無線通信を実行することができる。

[0019] なお、第1の発明の照明用モジュールは、「前記第1回路部に直流電源を接続し、前記無線通信用モジュールの前記第1接続端子と前記第2接続端子間に、第1周波数の交流信号が入力された場合、

前記第1回路および前記第2回路により形成される回路は、

前記第1周波数の前記交流信号に対して、アンテナ回路として機能するとともに、

前記直流電源から前記第1回路に供給される直流信号に対して、前記発光素子を点灯させる回路として機能する」ものである。つまり、第1の発明の

照明用モジュールは、

(1) 第1回路部に直流電源を接続し、無線通信用モジュールの第1接続端子と第2接続端子間に、交流信号（例えば、アンテナ送信のための搬送波信号）を入力することで、送信用アンテナ回路、および、発光素子点灯用回路として機能し、

(2) 第1回路部に直流電源を接続し、無線通信用モジュールの第1接続端子と第2接続端子間に、例えば、アンテナ受信用回路を接続することで、受信用アンテナ回路、および、発光素子点灯用回路として機能する。

[0020] すなわち、第1の発明の照明用モジュールは、発光素子点灯用回路として機能しつつ、送信アンテナとしても、受信アンテナとしても機能することができる。

[0021] 第2の発明は、第1の発明であって、第1回路および第2回路により形成される回路をアンテナ回路として機能させる場合に、送受信する無線信号の搬送波周波数を f_c とし、搬送波周波数 f_c における、第1コイルの誘導リアクタンスを $X_L(L_1)$ とし、搬送波周波数 f_c における、第1コンデンサの容量リアクタンスを $X_c(C_1)$ とし、第2コンデンサの容量リアクタンスを $X_c(C_2)$ とすると、

$$X_L(L_1) \geq 500 [\Omega]$$

$$X_c(C_1) \leq 10 [\Omega]$$

$$X_c(C_2) \leq 10 [\Omega]$$

を満たすように、第1コイルのインダクタンス値、第1コンデンサのキャパシタンス値、および、第2コンデンサのキャパシタンス値が設定されている。

[0022] これにより、この照明用モジュールでは、搬送波周波数 f_c の信号に対して、第1コイルの第1端と第2端との間が十分高いインピーダンスとなり、第1コイルの第1端と第2端との間が電氣的に切断されている状態と近似することができる。また、搬送波周波数 f_c の信号に対して、第1コンデンサおよび第2コンデンサは、十分低いインピーダンスとなるので、第1コンデ

ンサおよび第2コンデンサが直結されている状態と近似することができる。

[0023] 一方、直流成分の信号に対して、第1コイルのインピーダンス（誘導リアクタンス）は、 0Ω となり、第1コンデンサおよび第2コンデンサのインピーダンス（容量リアクタンス）は、無限大となる。したがって、直流成分の信号に対して、第1コイルL1の両端は、直結されているのと等価であり、第1コンデンサの両端および第2コンデンサ両端は、電氣的に切断されているのと等価である。

[0024] このように、この照明用モジュールでは、上記のように第1コイル、第1コンデンサ、第2コンデンサのインダクタンス値、キャパシタンス値を設定することで、第1回路と第2回路とにより、異なる接続を実現でき、その結果、1つの回路で、異なる機能を実現することができる。つまり、この照明用モジュールでは、上記のように第1コイル、第1コンデンサ、第2コンデンサのインダクタンス値、キャパシタンス値を設定することで、第1回路および第2回路により形成される回路が、（1）直流成分の信号に対して、発光素子を点灯させる回路として機能し、（2）高周波成分の信号（例えば、第1周波数の交流信号）に対しては、アンテナを構成する回路として機能させることができる。

[0025] 第3の発明は、第1または第2の発明であって、第1回路部は、複数の発光素子と、第2コイルと、第3コイルと、第1導体パターン部と、第2導体パターン部と、を備える。

[0026] 第1回路部の複数の発光素子と、第2コイルと、第1導体パターン部と、第2回路部の第1コイルと、第1回路部の第2導体パターンと、第3コイルとは、直列に接続されている。

[0027] 第1導体パターン部は、第2コイルと第1コイルとの間に配置されている。

[0028] 第2導体パターン部は、第1コイルと第3コイルとの間に配置されている。

[0029] 複数の発光素子は、第1回路部に直流電源を接続され、所定量以上の直流

電流が流れた場合、発光するように直列に接続されている。

[0030] これにより、この照明用モジュールでは、第1回路および第2回路により形成される回路を、(1) 直流成分の信号に対して、発光素子を点灯させる回路として機能させ、(2) 高周波成分の信号（例えば、第1周波数の交流信号）に対しては、第1導体パターンおよび第2導体パターンがダイポールアンテナを構成する回路として機能させることができる。

[0031] 第4の発明は、第3の発明であって、第1回路および第2回路により形成される回路をアンテナ回路として機能させる場合に、送受信する無線信号の搬送波周波数を f_c とし、搬送波周波数 f_c における、第2コイルの誘導リアクタンスを $X_L(L_2)$ とし、第3コイルの誘導リアクタンスを $X_L(L_3)$ とすると、

$$X_L(L_2) \geq 500 [\Omega]$$

$$X_L(L_3) \geq 500 [\Omega]$$

を満たすように、第2コイルのインダクタンス値、および、第3コイルのインダクタンス値が設定されている。

[0032] この照明用モジュールでは、搬送波周波数 f_c において、第2コイルおよび第3コイルのインピーダンス（誘導リアクタンス）が十分高いインピーダンスであるので、搬送波周波数 f_c の信号に対して、当該第2コイルおよび第3コイルの部分で、電氣的に切断されているのと近似の状態であるとみなすことができる。したがって、この照明用モジュールでは、搬送波周波数 f_c の高周波信号に対して、第1コイルと第2コイル間に設置されている第1導体パターンが、ダイポールアンテナの一方のアンテナ素子部として機能し、第1コイルと第3コイル間に設置されている第2導体パターンが、ダイポールアンテナの他方のアンテナ素子部として機能する。その結果、この照明用モジュールでは、第1回路および第2回路により形成される回路が、(1) 直流成分の信号に対して、発光素子を点灯させる回路として機能させ、(2) 高周波成分の信号（例えば、第1周波数の交流信号）に対しては、第1導体パターンおよび第2導体パターンがダイポールアンテナを構成する回路

として機能させることができる。

- [0033] 第5の発明は、第3または第4の発明であって、第1回路および第2回路により形成される回路をアンテナ回路として機能させる場合に、送受信する無線信号の搬送波周波数を f_c とし、搬送波周波数 f_c の電磁波の波長を λ とし、第1導体パターン部および第2導体パターン部が設置されている周辺領域の物質の比誘電率を ϵ_r とし、第1導体パターン部の長さを d_1 とし、第2導体パターン部の長さを d_2 とすると、

$$\lambda_0 = \lambda / \sqrt{\epsilon_r}$$

$$d_1 + d_2 = \lambda_0 / 2 \pm 0.4 \times (\lambda_0 / 2)$$

$\sqrt{x}$: x の平方根を取得する関数

を満たすように、第1導体パターン部および第2導体パターン部が形成されている。

- [0034] これにより、この照明用モジュールでは、波長短縮効果を考慮して、より精度の高い半波長ダイポールアンテナ回路を実現させることができる。

- [0035] 波長短縮効果とは、高周波信号（高周波数の電磁波）が誘電体を通過する場合、通過する物質の比誘電率の影響を受けて、導体部分を通過する高周波信号の波長が短縮する効果をいう。この現象は導体周辺に誘電体が配置されている状況で、高周波信号が導体を通過する場合にも当てはめられる。波長短縮効果を考慮した波長 λ_0 は、通過する導体部分の周辺の物質の比誘電率を ϵ_r とすると、 $\lambda_0 = \lambda / \sqrt{\epsilon_r}$ により算出される。

- [0036] また、「第1導体パターン部および第2導体パターン部が設置されている周辺領域の物質」とは、例えば、プリント基板上に第1導体パターン部および第2導体パターン部が形成されている場合、当該プリント基板の素材である物質の比誘電率である。

- [0037] 第6の発明は、第3または第4の発明であって、第1回路および第2回路により形成される回路をアンテナ回路として機能させる場合に、送受信する無線信号の搬送波周波数を f_c とし、搬送波周波数 f_c の電磁波の波長を λ

とし、第1導体パターン部および第2導体パターン部が設置されている周辺領域の物質の比誘電率を ϵ_r とし、第1導体パターン部の長さを d_1 とし、第2導体パターン部の長さを d_2 とすると、

$$\lambda_0 = \lambda / \sqrt{\epsilon_r}$$

$$d_1 + d_2 = \lambda_0 \pm 0.4 \times \lambda_0$$

$\sqrt{x}$: x の平方根を取得する関数

を満たすように、第1導体パターン部および第2導体パターン部が形成されている。

[0038] これにより、この照明用モジュールでは、波長短縮効果を考慮して、より精度の高い全波長ダイポールアンテナ回路を実現させることができる。

[0039] 第7の発明は、第1または第2の発明であって、第1回路部は、複数の発光素子と、第3コンデンサと、第4コイルと、第5コイルと、を備える。

[0040] 第1回路部の第4コイルと、複数の発光素子と、第2回路部の第1コイルと、第1回路部の第5コイルとは、直列に接続されている。

[0041] 第1回路部の第4コイルは、一端が、第1回路部に直流電源を接続した場合、第1電位に設定される端子に接続されており、他端が、複数の発光素子の1つの発光素子と、第3コンデンサの第1端に接続されている。

[0042] 第1回路部の第5コイルは、一端が、第1回路部に直流電源を接続した場合、第2電位に設定される端子に接続されており、他端が、第3コンデンサの第2端に接続されている。

[0043] これにより、この照明用モジュールでは、第1回路および第2回路により形成される回路が、(1) 直流成分の信号に対して、発光素子を点灯させる回路として機能させ、(2) 高周波成分の信号（例えば、第1周波数の交流信号）に対しては、第1導体パターンおよび第2導体パターンがループアンテナを構成する回路として機能させることができる。

[0044] なお、「第1電位」は、例えば、プラス電位であり、「第2電位」は、例えば、GND電位である。つまり、「第1電位」および「第2電位」は、上記のように複数の発光素子を接続した場合、当該複数の発光素子に順方向バ

イアスがかかるような電位の組み合わせであればよい。

[0045] 第8の発明は、第7の発明であって、第1回路および第2回路により形成される回路をアンテナ回路として機能させる場合に、送受信する無線信号の搬送波周波数を f_c とし、搬送波周波数 f_c における、第4コイルの誘導リアクタンスを $X_L(L_4)$ とし、第5コイルの誘導リアクタンスを $X_L(L_5)$ とし、搬送波周波数 f_c における、第3コンデンサの容量リアクタンスを $X_c(C_3)$ とすると、

$$X_L(L_4) \geq 500 [\Omega]$$

$$X_L(L_5) \geq 500 [\Omega]$$

$$X_c(C_3) \leq 10 [\Omega]$$

を満たすように、第4コイルのインダクタンス値、第5コイルのインダクタンス値、および、第3コンデンサのキャパシタンス値が設定されている。

[0046] この照明用モジュールでは、搬送波周波数 f_c において、第4コイルおよび第5コイルのインピーダンス（誘導リアクタンス）が十分高いインピーダンスであるので、搬送波周波数 f_c の信号に対して、当該第4コイルおよび第5コイルの部分で、電氣的に切断されているのと近似の状態であるとみなすことができる。また、この照明用モジュールでは、搬送波周波数 f_c において、第3コンデンサのインピーダンス（容量リアクタンス）が十分低いインピーダンスであるので、搬送波周波数 f_c の信号に対して、当該第3コンデンサの部分で、電氣的に直結されているのと近似の状態であるとみなすことができる。

[0047] したがって、この照明用モジュールでは、搬送波周波数 f_c の高周波信号に対して、第2コイルと、第3コイルと、複数の発光素子と、第1コイルとにより形成されるループにより、第1回路および第2回路を、ループアンテナとして機能させることができる。

[0048] つまり、この照明用モジュールでは、第1回路および第2回路により形成される回路が、（1）直流成分の信号に対して、発光素子を点灯させる回路として機能させ、（2）高周波成分の信号（例えば、第1周波数の交流信号

）に対しては、第1導体パターンおよび第2導体パターンがループアンテナを構成する回路として機能させることができる。

[0049] 第9の発明は、第7または第8の発明であって、第1回路および第2回路により形成される回路をアンテナ回路として機能させる場合に、送受信する無線信号の搬送波周波数を f_c とし、搬送波周波数 f_c の電磁波の波長を λ とし、第2コンデンサの第2端、第3コンデンサの第2端、第3コンデンサの第1端、複数の発光素子、および、第1コンデンサの第2端により形成されるループの全長を d_3 とし、ループが設置されている周辺領域の物質の比誘電率を ϵ_r とすると、

$$\lambda_0 = \lambda / \sqrt{\epsilon_r}$$

$$d_3 = \lambda_0 \pm 0.4 \times \lambda_0$$

$\sqrt{x}$: x の平方根を取得する関数

を満たすループが形成されるように、第1回路および第2回路が構成されている。

[0050] これにより、この照明用モジュールでは、波長短縮効果を考慮して、より精度の高いループアンテナ回路を実現させることができる。

[0051] なお、「ループが設置されている周辺領域の物質の比誘電率」とは、例えば、当該ループがプリント基板上に形成されている場合、当該プリント基板を構成している物質の比誘電率である。

[0052] 第10の発明は、第7から第9のいずれかの発明であって、第1回路部の複数の発光素子の少なくとも1つの発光素子と並列に、コンデンサが接続されている。

[0053] これにより、この照明用モジュールでは、所望のアンテナ特性が得られない場合であっても、発光素子と並列に、コンデンサを挿入することにより、所望のアンテナ特性に近づけることができる。

[0054] 第11の発明は、第1から第10のいずれかの発明であって、照明用モジュールと脱着可能な無線通信用モジュールであって、照明用モジュールの第2回路部に接続することで、照明用モジュールの第1回路および第2回路に

より形成されるアンテナ回路を介して、無線通信を行う無線通信部を備える。

[0055] これにより、この無線通信用モジュールを、照明用モジュールとともに使用することで、照明用モジュールの第1回路および第2回路により形成される回路を、(1) 直流成分の信号に対して、発光素子を点灯させる回路として機能させ、(2) 高周波成分の信号(例えば、第1周波数の交流信号)に対しては、アンテナを構成する回路として機能させることで、無線通信を行うことができる。

[0056] 第12の発明は、第1から第10のいずれかの発明である照明用モジュールと、照明用モジュールの第2回路部に接続することで、照明用モジュールの第1回路および第2回路により形成されるアンテナ回路を介して、無線通信を行う無線通信用モジュールと、を備える照明装置である。

[0057] これにより、上記照明用モジュールと、上記無線通信用モジュールとを備える照明装置を実現することができる。

[0058] 第13の発明は、第1から第10のいずれかの発明である照明用モジュールと、第11の発明である無線通信用モジュールと、を備える照明装置である。

[0059] これにより、上記照明用モジュールと、上記無線通信用モジュールとを備える照明装置を実現することができる。

[0060] 第14の発明は、マスター装置と、第12または第13の発明である照明装置と、無線通信ネットワークを介して照明装置の無線通信用モジュールと通信するとともに、有線ネットワークを介して、マスター装置と通信するスレーブ装置と、を備える照明制御システムである。

[0061] これにより、第12または第13の発明である照明装置を用いた照明制御システムを実現することができる。

発明の効果

[0062] 本発明によれば、照明機器の外観を損ねず、照明機器の照明性能を確保し、かつ、信頼性の高い無線通信を実行する照明用モジュール、無線通信用モ

ジュール、照明装置、および、照明制御システムを実現することができる。

図面の簡単な説明

[0063] [図1]第1実施形態に係る照明装置100の概略構成図。

[図2]第1回路部11および第2回路部12における、第1アンテナ部A11、第2アンテナ部A12、コイルL2、コイルL3、第1コイルL1、第1コンデンサC1、および、第2コンデンサC2の物理構成の一例（概略構成例）を示す図。

[図3]照明用モジュール1に対して、接続用端子T11、T12間に、周波数 $f = 920$ [MHz]の交流信号源を接続し、直流電源供給端子であるVdc端子とGND端子との間に電圧DC__Lを供給する直流電源とを接続した場合を示す図。

[図4]図3の回路の直流成分の信号に対する近似の回路を示す図。

[図5]図3の回路の高周波信号に対する近似の回路を示す図。

[図6]図3の回路の高周波信号に対する近似の回路の物理的構成（一例）を示す図。

[図7]第2実施形態の照明装置200の概略構成図。

[図8]照明用モジュール1Aに対して、接続用端子T11、T12間に、周波数 $f = 920$ [MHz]の交流信号源を接続し、直流電源供給端子であるVdc端子とGND端子との間に電圧DC__Lを供給する直流電源とを接続した場合を示す図。

[図9]図8の回路の直流成分の信号に対する近似の回路を示す図。

[図10]図8の回路の高周波信号に対する近似の回路を示す図。

[図11]第3実施形態に係る照明制御システム3000の概略構成図。

[図12]第2実施形態の照明装置200において、発光素子間の接続パターンを変更した概略構成図。

[図13]発光素子LE1、LE2の部分に、並列に挿入したコンデンサを示す図。

発明を実施するための形態

[0064] 〔第 1 実施形態〕

第 1 実施形態について、図面を参照しながら、以下、説明する。

[0065] ＜ 1. 1 : 照明装置の構成＞

図 1 は、第 1 実施形態に係る照明装置 100 の概略構成図である。

[0066] 照明装置 100 は、図 1 に示すように、照明用モジュール 1 と、無線通信用モジュール 2 と、電源部 3 とを備える。なお、電源部 3 は、照明用モジュール 1 に含まれるものであってもよい。

[0067] 照明用モジュール 1 は、第 1 回路部 11 と、第 2 回路部 12 とを備える。

[0068] 第 1 回路部 11 は、図 1 に示すように、 n 個 (n : 自然数) の発光素子 (例えば、発光ダイオード (LED)) $LE1 \sim LE_n$ と、コイル $L2$ と、コイル $L3$ とを備える。以下では、説明便宜のために、一例として、発光素子が発光ダイオードであるものとして説明する。

[0069] n 個の発光ダイオード $LE1 \sim LE_n$ は、図 1 に示すように、アノードが、直流電源供給端子である V_{dc} 端子側となるように、直列に接続されている。

[0070] コイル $L2$ の一端は、図 1 に示すように、発光ダイオード LE_n のカソードに接続されおり、コイル $L2$ の他端は、第 2 回路部 12 の第 1 コイル $L1$ の一端および第 1 コンデンサ $C1$ の一端に接続されている。

[0071] コイル $L3$ の一端は、図 1 に示すように、第 2 回路部 12 の第 1 コイル $L1$ の b 点側の端部および第 2 コンデンサ $C2$ の b 点側の端部に接続されている。コイル $L3$ の他端は、図 1 に示すように、 GND (GND 用端子) に接続されている。

[0072] 第 2 回路部 12 は、図 1 に示すように、第 1 コイル $L1$ と、第 1 コンデンサ $C1$ と、第 2 コンデンサ $C2$ とを備える。

[0073] 第 1 コイル $L1$ の a 点側の端部は、図 1 に示すように、コイル $L2$ の一端および第 1 コンデンサの a 点側の端部に接続されている。第 1 コイル $L1$ の b 点側の端部は、図 1 に示すように、コイル $L3$ の一端および第 2 コンデンサの b 点側の端部に接続されている。

- [0074] 第1コンデンサC1は、図1に示すように、一端（a点側の端部）がコイルL1のa点側の端部およびコイルL2の一端に接続されており、他端が無線通信用モジュール2との接続用端子T11と接続されている。
- [0075] 第2コンデンサC2は、図1に示すように、一端（b点側の端部）がコイルL1のb点側の端部およびコイルL3の一端に接続されており、他端が無線通信用モジュール2との接続用端子T12と接続されている。
- [0076] また、第1回路部11および第2回路部12は、図1にA11で示した部分（導体パターン）が第1アンテナ部A11を形成し、図1にA12で示した部分（導体パターン）が第2アンテナ部A12を形成するように、構成される。
- [0077] 図2に、第1回路部11および第2回路部12における、第1アンテナ部A11、第2アンテナ部A12、コイルL2、コイルL3、第1コイルL1、第1コンデンサC1、および、第2コンデンサC2の物理構成の一例（概略構成例）を示す。
- [0078] 第1アンテナ部A11は、照明用モジュール1において、電子部品を実装するためのプリント基板（不図示）上に、細長い矩形状の導体パターン（例えば、銅箔等の金属箔）を形成することで、構成される。第1アンテナ部A11は、例えば、図2に示すように、長手方向の長さd1の細長い矩形状の導体パターンとして形成される。
- [0079] 第2アンテナ部A12は、照明用モジュール1において、電子部品を実装するためのプリント基板（不図示）上に、細長い矩形状の導体パターン（例えば、銅箔等の金属箔）を形成することで、構成される。第2アンテナ部A12は、例えば、図2に示すように、長手方向の長さd2の細長い矩形状の導体パターンとして形成される。
- [0080] 照明用モジュール1において、第1アンテナ部A11および第2アンテナ部A12を半波長ダイポールアンテナとして機能させる場合、第1アンテナ部A11の導体パターンの長手方向の長さd1と、第2アンテナ部A12の導体パターンの長手方向の長さd2は、以下の関係を満たすように決定され

ることが好ましい。

- [0081] すなわち、第1アンテナ部A11および第2アンテナ部A12を半波長ダイポールアンテナとして機能させる場合、第1アンテナ部A11および第2アンテナ部A12の導体パターンの周辺の物質（例えば、プリント基板を構成する物質）の比誘電率を ϵ_r とし、照明装置100においてアンテナ送受信しようとする電磁波の波長を λ とすると、

$$\lambda_0 = \lambda / \sqrt{\epsilon_r}$$

$$d_1 + d_2 = \lambda_0 / 2$$

$\sqrt{x}$: x の平方根を取得する関数

を満たすように、第1アンテナ部A11および第2アンテナ部A12の導体パターンを形成することが好ましい。

- [0082] また、照明用モジュール1において、第1アンテナ部A11および第2アンテナ部A12を全波長ダイポールアンテナとして機能させる場合、第1アンテナ部A11の導体パターンの長手方向の長さ d_1 と、第2アンテナ部A12の導体パターンの長手方向の長さ d_2 は、以下の関係を満たすように決定されることが好ましい。

- [0083] すなわち、第1アンテナ部A11および第2アンテナ部A12を全波長ダイポールアンテナとして機能させる場合、第1アンテナ部A11および第2アンテナ部A12の導体パターンの周辺の物質（例えば、プリント基板を構成する物質）の比誘電率を ϵ_r とし、照明装置100においてアンテナ送受信しようとする電磁波の波長を λ とすると、

$$\lambda_0 = \lambda / \sqrt{\epsilon_r}$$

$$d_1 + d_2 = \lambda_0$$

$\sqrt{x}$: x の平方根を取得する関数

を満たすように、第1アンテナ部A11および第2アンテナ部A12の導体パターンを形成することが好ましい。

- [0084] なお、第1アンテナ部A11の一端に接続される第1コイルL1および第1コンデンサC1は、プリント基板上の被覆されたパターンや導線（線材）

を介して、第1アンテナ部A11の一端に接続されるものであってもよい。

また、第1アンテナ部A11の他端に接続されるコイルL2は、プリント基板上の被覆されたパターンや導線（線材）を介して、第1アンテナ部A11の他端に接続されるものであってもよい。

[0085] また、第2アンテナ部A12の一端に接続される第1コイルL1および第2コンデンサC2は、プリント基板上の被覆されたパターンや導線（線材）を介して、第2アンテナ部A12の一端に接続されるものであってもよい。また、第2アンテナ部A12の他端に接続されるコイルL3は、プリント基板上の被覆されたパターンや導線（線材）を介して、第2アンテナ部A12の他端に接続されるものであってもよい。

[0086] 無線通信用モジュール2は、図1に示すように、マッチング部21と、RF部22と、通信制御部23とを備える。

[0087] マッチング部21は、インピーダンス調整を行う回路（インピーダンス調整回路）等を備える。マッチング部21のインピーダンス調整回路は、照明用モジュール1と無線通信用モジュール2との接続用端子T11、T12を介して、照明用モジュール1の第2回路部12と接続され、インピーダンス調整を行う。照明用モジュール1を送受信アンテナとして機能させる場合、マッチング部21は、送信用インピーダンス調整回路と、受信用インピーダンス調整回路とを備えてもよい。なお、照明用モジュール1を送受信アンテナとして機能させる場合、マッチング部21は、送信用インピーダンス調整回路と、受信用インピーダンス調整回路とを共通化した回路を備えるものであってもよい。

[0088] マッチング部21は、照明用モジュール1が受信アンテナとして機能している場合、インピーダンス調整後の信号をRF部22に出力する。一方、マッチング部21は、照明用モジュール1が送信アンテナとして機能している場合、RF部22からの信号を入力し、入力された信号に対してインピーダンス調整を行い、インピーダンス調整後の信号を、接続用端子T11、T12を介して、照明用モジュール1の第2回路部12に出力する。

- [0089] RF部22は、アンテナ送信処理部（例えば、アンテナ送信処理用回路）と、アンテナ受信処理部（例えば、アンテナ受信処理用回路）と、備える。RF部22は、通信制御部23からの指令信号（制御信号）を入力し、当該指令信号（制御信号）に基づいた処理を実行する。
- [0090] RF部22は、照明用モジュール1が受信アンテナとして機能している場合、アンテナ受信処理部（例えば、アンテナ受信処理用回路）を動作させ、マッチング部21から出力されるインピーダンス調整後の信号に対して、アンテナ受信処理（例えば、RF復調処理を含む処理）を実行する。そして、RF部22は、アンテナ受信処理（例えば、RF復調処理）により取得した信号（情報）を通信制御部23に出力する。
- [0091] 一方、RF部22は、照明用モジュール1が送信アンテナとして機能している場合、アンテナ送信処理部（例えば、アンテナ送信処理用回路）を動作させる。例えば、通信制御部23から出力される信号（情報）をRF変調し、RF変調した信号をマッチング部21に出力する。
- [0092] 通信制御部23は、無線通信用モジュール2の各機能部を制御する。通信制御部23は、例えば、マイクロプロセッサ等により実現される。通信制御部23は、RF部22と接続されており、RF部22に制御信号、RF変調させてアンテナ送信するための情報（信号）等を入力する。
- [0093] また、通信制御部23は、RF部22からの信号により、自装置以外の他の照明装置から電波が送信されている状態であることを検出した場合、混信、コリジョン発生等を防止するために、自装置のRF変調処理を停止させるための制御信号をRF部22に出力するようにしてもよい。
- [0094] また、通信制御部23は、RF部22からの信号に基づいて、電源制御信号Ct1を生成し、生成した電源制御信号Ct1を電源部3に出力する。
- [0095] なお、無線通信用モジュール2は、照明用モジュール1とコネクタ等により脱着可能に接続されるものであってもよい。また、無線通信用モジュール2は、電源部3とコネクタ等により脱着可能に接続されるものであってもよい。

[0096] 電源部 3 は、交流電源（不図示）に接続され、交流電流（あるいは交流電圧）を直流電流（あるいは直流電圧）に変換することで、外部に対して、定電圧源として機能する。電源部 3 は、無線通信用モジュール 2 に接続され、無線通信用モジュール 2 に対して、定電圧 DC_W を供給する直流電源として機能する。

[0097] また、電源部 3 は、照明用モジュール 1 の直流電源供給端子である V_{dc} 端子（および GND 端子）を介して、照明用モジュール 1 と接続され、照明用モジュール 1 に対して、電圧 DC_L を供給する直流電源として機能する。

[0098] また、電源部 3 は、通信制御部 23 から出力される電源制御信号 Ctl を入力する。電源部 3 は、電源制御信号 Ctl に基づいて、照明用モジュール 1 に供給（出力）する電圧 DC_L の値を調整する。

[0099] なお、電源部 3 は、照明用モジュール 1 とコネクタ等により脱着可能に接続されるものであってもよい。また、電源部 3 は、無線通信用モジュール 2 とコネクタ等により脱着可能に接続されるものであってもよい。

[0100] <1. 2：照明装置の動作>

以上のように構成された照明装置 100 の動作について、以下、説明する。

[0101] なお、以下では、搬送波周波数 f が 920 [MHz] である電磁波を送受信するためのアンテナとして、照明装置 100 を機能させる場合を、一例に、説明する。

[0102] まず、第 1 回路部 11 のコイル L_2 およびコイル L_3 、第 2 回路部 12 の第 1 コイル L_1 、第 1 コンデンサ C_1 、および、第 2 コンデンサ C_2 のインダクタンス値および容量値（キャパシタンス値）を、以下のように設定する。

[0103] $L_1 = L_2 = L_3 = 100\text{ }[\mu\text{H}]$

$C_1 = C_2 = 10\text{ }[\mu\text{F}]$

なお、第 1 コイル L_1 、コイル L_2 、コイル L_3 のインダクタンス値を示

す変数を、それぞれ、 L_1 、 L_2 、 L_3 と表記する。

[0104] また、第1コンデンサ C_1 、第2コンデンサ C_2 のキャパシタンス値を示す変数を、それぞれ、 C_1 、 C_2 と表記する。

[0105] なお、上記インダクタンス値およびキャパシタンス値は、一例であり、上記の値に限定されない。

[0106] 上記のようにインダクタンス値およびキャパシタンス値を設定した場合、第1回路部11のコイル L_2 およびコイル L_3 、第2回路部12の第1コイル L_1 、第1コンデンサ C_1 、および、第2コンデンサ C_2 の、周波数 $f = 920$ [MHz]における誘導リアクタンス X_L および容量リアクタンス X_c は、以下の通りである。

[0107] $X_L(L_1) = X_L(L_2) = X_L(L_3) \div 578$ [k Ω]

$X_c(C_1) = X_c(C_2) \div 0.0173$ [m Ω]

なお、第1コイル L_1 、コイル L_2 、コイル L_3 の誘導リアクタンス X_L を、それぞれ、 $X_L(L_1)$ 、 $X_L(L_2)$ 、 $X_L(L_3)$ と表記する。

[0108] また、第1コンデンサ C_1 、第2コンデンサ C_2 の容量リアクタンス X_c を、それぞれ、 $X_c(C_1)$ 、 $X_c(C_2)$ と表記する。

[0109] 上記から分かるように、周波数 $f = 920$ [MHz]において、誘導リアクタンス X_L は、十分高いインピーダンスであり、容量リアクタンス X_c は、十分低いインピーダンスである。

[0110] 一方、直流、すなわち、周波数 $f = 0$ [Hz]において、誘導リアクタンス X_L は、「0 Ω 」であり、容量リアクタンス X_c は、無限大である。

[0111] 上記のように、第1回路部11のコイル L_2 およびコイル L_3 、第2回路部12の第1コイル L_1 、第1コンデンサ C_1 、および、第2コンデンサ C_2 のインダクタンス値および容量値（キャパシタンス値）を、設定することで、照明装置100では、照明制御機能と、アンテナ機能との両方の機能を実現することができる。

[0112] これについて、図3～図6を用いて、説明する。

[0113] まず、照明制御機能について説明する。

[0114] 図3は、照明用モジュール1に対して、接続用端子T11、T12間に、周波数 $f = 920$ [MHz] の交流信号源を接続し、直流電源供給端子であるVdc端子とGND端子との間に電圧DC_Lを供給する直流電源とを接続した場合を示している。

[0115] 直流成分の信号（周波数 $f = 0$ [Hz] の信号）に対して、誘導リアクタンス X_L は、「 $0\ \Omega$ 」であり、容量リアクタンス X_C は、無限大であるので、直流成分の信号（周波数 $f = 0$ [Hz] の信号）について、図3に示す回路は、図4に示す回路と等価となる。

[0116] つまり、図4から分かるように、直流成分の信号（周波数 $f = 0$ [Hz] の信号）に対して、照明装置100の照明用モジュール1は、照明制御機能を実現する回路を構成する。すなわち、図4に示すように、Vdc端子とGND端子との間にかけられた電圧DC_Lにより、 n 個の発光素子LE1～LE n に順方向バイアスがかかり、 n 個の発光素子LE1～LE n が発光する。これにより、照明装置100では、照明制御機能を実現することができる。なお、Vdc端子とGND端子との間にかける電圧DC_Lの電圧値を調整することで、 n 個の発光素子LE1～LE n の発光量を調整することができる。

[0117] 次に、アンテナ機能について説明する。

[0118] $L1 = L2 = L3 = 100$ [μ H]

$C1 = C2 = 10$ [μ F]

である場合、

$X_L(L1) = X_L(L2) = X_L(L3) \div 578$ [$k\ \Omega$]

$X_C(C1) = X_C(C2) \div 0.0173$ [$m\ \Omega$]

であるので、周波数 $f = 920$ [MHz] の信号に対して、第1コイルL1、コイルL2、および、コイルL3の誘導リアクタンス X_L は、十分高いインピーダンス（約 578 [$k\ \Omega$]）であり、近似的に、電氣的に接続されていない状態とみなすことができる。

[0119] 一方、周波数 $f = 920$ [MHz] の信号に対して、第1コンデンサC1

および第2コンデンサ C_2 の容量リアクタンス X_c は、十分低いインピーダンス（約 $0.0173\text{ [m}\Omega\text{]}$ ）であり、近似的に、直結されている状態とみなすことができる。

[0120] したがって、周波数 $f = 920\text{ [MHz]}$ の信号に対して、図3に示す回路は、図5に示す回路と近似的に等価とみなすことができる。つまり、この場合、図3に示す回路は、図6に示す回路と近似的に等価とみなすことができる。図6から分かるように、周波数 $f = 920\text{ [MHz]}$ の信号に対して、照明装置100の照明用モジュール1は、第1アンテナ部A11および第2アンテナ部A12をアンテナ素子とするダイポールアンテナと略同様の機能を実現することができる。

[0121] このように、照明装置100の照明用モジュール1の回路は、直流成分の信号に対しては、照明制御機能を実現する回路として機能し、高周波成分の信号（例えば、周波数 $f = 920\text{ [MHz]}$ の信号）に対しては、アンテナ機能を実現する回路として機能する。

[0122] 次に、照明装置100の具体的動作について、一例を挙げて、以下、説明する。

[0123] 具体的には、照明装置100において、 n 個の発光素子 $LE_1 \sim LE_n$ の全てが消灯している状態（初期状態）において、

（1）外部から無線通信により、照明装置100の照明用モジュール1の n 個の発光素子 $LE_1 \sim LE_n$ を点灯させるよう指示する情報を含む無線信号（電磁波）を、照明装置100が、受信し（アンテナ受信処理）、

（2）受信した無線信号に含まれる指示情報に従い、照明装置100が、照明用モジュール1の n 個の発光素子 $LE_1 \sim LE_n$ を点灯させる制御を行い（照明制御処理）、

（3）照明装置100が、照明用モジュール1の n 個の発光素子 $LE_1 \sim LE_n$ を点灯させた状態であることを示す情報と、当該状態における消費電力を示す情報とを無線信号（電磁波）により、照明装置100から外部へ送信する（アンテナ送信処理）、

場合について、照明装置 100 の具体的動作を、以下、説明する。

[0124] なお、照明装置 100 の第 1 回路部 11 のコイル L2 およびコイル L3、第 2 回路部 12 の第 1 コイル L1、第 1 コンデンサ C1、および、第 2 コンデンサ C2 のインダクタンス値およびキャパシタンス値は、

$$L1 = L2 = L3 = 100 [\mu H]$$

$$C1 = C2 = 10 [\mu F]$$

に設定されており、アンテナ送受信する無線信号の搬送周波数は、920 [MHz] であるものとする。

[0125] (1. 2. 1 : アンテナ受信処理)

照明装置 100 は、搬送周波数が 920 [MHz] であり、照明装置 100 の照明用モジュール 1 の n 個の発光素子 LE1 ~ LE n を点灯させるよう指示する情報を含む無線信号（当該情報を示す信号を、搬送周波数 920 [MHz] の搬送波信号を用いて変調した無線信号）を、第 1 アンテナ部 A11 および第 2 アンテナ部 A12 により受信する。

[0126] なお、照明装置 100 では、上記で説明したように、周波数が約 920 [MHz] の無線信号に対するアンテナ感度が高くなるように、第 1 アンテナ部 A11 の導体パターンの長手方向の長さ d1 と、第 2 アンテナ部 A12 の導体パターンの長手方向の長さ d2 とが設定されている。以下では、説明便宜のため、照明用モジュール 1 において、第 1 アンテナ部 A11 および第 2 アンテナ部 A12 が、半波長ダイポールアンテナとして機能するものとする。

[0127] つまり、第 1 アンテナ部 A11 および第 2 アンテナ部 A12 の導体パターンの周辺の物質（例えば、プリント基板を構成する物質）の比誘電率を ϵ_r とし、照明装置 100 においてアンテナ送受信しようとする電磁波の波長（920 [MHz] の電磁波に相当する波長）を λ とすると、

$$\lambda_0 = \lambda / \text{sqrt}(\epsilon_r)$$

$$d1 + d2 = \lambda_0 / 2$$

$\text{sqrt}(x)$: x の平方根を取得する関数

を満たすように、第1アンテナ部A11および第2アンテナ部A12の導体パターンを形成されているものとする。

[0128] 第1アンテナ部A11および第2アンテナ部A12により受信された無線信号は、無線通信用モジュール2のマッチング部21に入力される。

[0129] マッチング部21に入力された無線信号は、マッチング部21において、インピーダンス調整処理が実行され、インピーダンス調整処理後の信号が、RF部22に出力される。

[0130] RF部22では、マッチング部21から出力された信号に対して、RF信号処理（例えば、RF復調処理等）が実行され、無線信号に含まれる情報（照明装置100の照明用モジュール1のn個の発光素子LE1～LEnを点灯させるよう指示する情報）が取得される。

[0131] RF部22により取得された情報は、通信制御部23に出力される。

[0132] （1.2.2：照明制御処理）

通信制御部23では、RF部22から出力された情報（照明装置100の照明用モジュール1のn個の発光素子LE1～LEnを点灯させるよう指示する情報）に基づいて、照明用モジュール1に電圧値DC_Lの直流電圧をかけるように制御するための制御信号C_t1を電源部3に出力する。

[0133] 電源部3は、無線通信用モジュール2の通信制御部23から出力される制御信号C_t1に基づいて、照明用モジュール1に電圧値DC_Lの直流電圧をかける。

[0134] これにより、照明用モジュール1の直流電源供給端子であるV_{dc}端子とGND端子との間に電圧値DC_Lの直流電圧がかかる。第1コイルL1、コイルL2、および、コイルL3は、直流成分に対するインピーダンス（誘導リアクタンス）は、0Ωであるので、V_{dc}端子とGND端子との間に電圧値DC_Lの直流電圧がかかることで、n個の発光素子LE1～LEnに順方向バイアスがかかり、直流電流が流れ、n個の発光素子LE1～LEnは、発光する。すなわち、照明装置100は、n個の発光素子LE1～LEnを点灯させる。

[0135] (1. 2. 3 : アンテナ送信処理)

無線通信用モジュール2の通信制御部23は、上記照明制御処理を行うとともに、照明装置100が、照明用モジュール1のn個の発光素子LE1～LEnを点灯させた状態であることを示す情報と、当該状態における消費電力を示す情報とを生成し、生成した情報をRF部22に出力する。

[0136] RF部22では、通信制御部23から出力された情報を、搬送周波数920 [MHz] の搬送波信号を用いてRF変調することで、通信制御部23から出力された情報を含む無線信号を生成する。そして、RF部22は、生成した無線信号をマッチング部21に出力する。

[0137] マッチング部21では、RF部22から出力された無線信号に対して、インピーダンス調整処理を行い、インピーダンス調整後の無線信号を、照明用モジュール1の第2回路部12に出力する。

[0138] 照明用モジュール1の回路は、上記で説明したように、周波数920 [MHz] の高周波信号に対しては、ダイポールアンテナとして機能する。したがって、無線通信用モジュール2から出力された無線信号は、照明用モジュール1の第1アンテナ部A11および第2アンテナ部A12により、電磁波（無線信号）として、外部に放射される。

[0139] 以上のように、照明装置100では、照明用モジュール1の回路が、(1) 直流成分の信号に対して、発光素子を点灯させる回路として機能し、(2) 高周波成分の信号に対しては、ダイポールアンテナを構成する回路として機能する。つまり、照明装置100では、1つの回路で、照明用の回路と、無線通信のためのアンテナ用の回路との両方を実現することができる。

[0140] したがって、照明装置100では、無線通信機能を実現させるために、従来のように、照明装置の外部に大きなアンテナを設置する必要がないので、照明機器の外観を損ねることがない。また、内部が空洞の細長い照明用管内に、照明用モジュール1を設置する場合、n個の発光素子を、当該照明用管の長手方向に配置するとともに、第1アンテナ部A11および第2アンテナ部A12の導体パターンを形成する領域を容易に確保することができ、さら

に、アンテナ感度が良好となる領域（例えば、照明用管の長手方向の略中央部）に、第1アンテナ部A11および第2アンテナ部A12の導体パターンを形成させることも容易となる。

[0141] このように、照明装置100では、照明機器の外観を損ねず、照明機器の照明性能を確保し、かつ、信頼性の高い無線通信を実行することができる。

[0142] [第2実施形態]

次に、第2実施形態について、説明する。

[0143] なお、本実施形態において、第1実施形態と同様の部分については、同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0144] 図7は、第2実施形態の照明装置200の概略構成図である。

[0145] 第2実施形態の照明装置200は、図7に示すように、第1実施形態の照明装置100において、照明用モジュール1を、照明用モジュール1Aに置換した構成を有している。

[0146] 照明用モジュール1Aは、図7に示すように、第1実施形態の照明用モジュール1において、第1回路部11を、第1回路部11Aに置換した構成を有している。

[0147] 第1回路部11Aにおいて、図7に示すように、直流電源供給端子であるVdc端子と、図7のc点との間にコイルL4が設置されており、図7のc点とd点の間に、コンデンサC3が設置されている。また、第1回路部11Aにおいて、図7のd点とGND端子との間に、コイルL5が設置されている。

[0148] 以上のように構成された照明装置200の照明用モジュール1Aの回路は、直流成分の信号に対しては、n個の発光素子LE1～LEnを点灯させる回路として機能し、高周波成分の信号に対しては、ループアンテナを構成する回路として機能する。

[0149] なお、一例として、照明装置200の第1回路部11AのコイルL4、コイルL5、コンデンサC3、第2回路部12の第1コイルL1、第1コンデンサC1、および、第2コンデンサC2のインダクタンス値およびキャパシ

タンス値は、

$$L_1 = L_4 = L_5 = 100 [\mu H]$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = 10 [\mu F]$$

に設定されており、アンテナ送受信する無線信号の搬送周波数は、920 [MHz] であるものとする。

[0150] 上記のようにインダクタンス値およびキャパシタンス値を設定した場合、第1回路部11AのコイルL4およびコイルL5、第2回路部12の第1コイルL1、第1コンデンサC1、および、第2コンデンサC2の、周波数 $f = 920$ [MHz] における誘導リアクタンス X_L および容量リアクタンス X_c は、以下の通りである。

$$[0151] \quad X_L(L_1) = X_L(L_4) = X_L(L_5) \div 578 [k\Omega]$$

$$X_c(C_1) = X_c(C_2) = X_c(C_3) \div 0.0173 [m\Omega]$$

なお、第1コイルL1、コイルL4、コイルL5の誘導リアクタンス X_L を、それぞれ、 $X_L(L_1)$ 、 $X_L(L_4)$ 、 $X_L(L_5)$ と表記する。

[0152] また、第1コンデンサC1、第2コンデンサC2、コンデンサC3の容量リアクタンス X_c を、それぞれ、 $X_c(C_1)$ 、 $X_c(C_2)$ 、 $X_c(C_3)$ と表記する。

[0153] 上記から分かるように、周波数 $f = 920$ [MHz] において、誘導リアクタンス X_L は、十分高いインピーダンスであり、容量リアクタンス X_c は、十分低いインピーダンスである。

[0154] 一方、直流、すなわち、周波数 $f = 0$ [Hz] において、誘導リアクタンス X_L は、「0 Ω 」であり、容量リアクタンス X_c は、無限大である。

[0155] 上記のように、第1回路部11AのコイルL4、コイルL5、コンデンサC3、第2回路部12の第1コイルL1、第1コンデンサC1、および、第2コンデンサC2のインダクタンス値および容量値（キャパシタンス値）を、設定することで、照明装置200では、照明制御機能と、アンテナ機能との両方の機能を実現することができる。

[0156] これについて、図8～図10を用いて、説明する。

[0157] まず、照明制御機能について説明する。

[0158] 図8は、照明用モジュール1Aに対して、接続用端子T11、T12間に、周波数 $f = 920$ [MHz] の交流信号源を接続し、直流電源供給端子であるVdc端子とGND端子との間に電圧DC_Lを供給する直流電源とを接続した場合を示している。

[0159] 直流成分の信号（周波数 $f = 0$ [Hz] の信号）に対して、誘導リアクタンス X_L は、「 $0\ \Omega$ 」であり、容量リアクタンス X_C は、無限大であるので、直流成分の信号（周波数 $f = 0$ [Hz] の信号）について、図8に示す回路は、図9に示す回路と等価となる。

[0160] つまり、図9から分かるように、直流成分の信号（周波数 $f = 0$ [Hz] の信号）に対して、照明装置200の照明用モジュール1Aは、照明制御機能を実現する回路を構成する。すなわち、図9に示すように、Vdc端子とGND端子との間にかけられた電圧DC_Lにより、 n 個の発光素子LE1～LE n に順方向バイアスがかかり、 n 個の発光素子LE1～LE n が発光する。これにより、照明装置200では、照明制御機能を実現することができる。なお、Vdc端子とGND端子との間にかける電圧DC_Lの電圧値を調整することで、 n 個の発光素子LE1～LE n の発光量を調整することができる。

[0161] 次に、アンテナ機能について説明する。

[0162] $L1 = L4 = L5 = 100$ [μ H]

$C1 = C2 = C3 = 10$ [μ F]

である場合、

$X_L(L1) = X_L(L4) = X_L(L5) \div 578$ [$k\ \Omega$]

$X_C(C1) = X_C(C2) = X_C(C3) \div 0.0173$ [$m\ \Omega$]

であるので、周波数 $f = 920$ [MHz] の信号に対して、第1コイルL1、コイルL4、および、コイルL5の誘導リアクタンス X_L は、十分高いインピーダンス（約 578 [$k\ \Omega$]）であり、近似的に、電氣的に接続されていない状態とみなすことができる。

[0163] 一方、周波数 $f = 920$ [MHz] の信号に対して、第1コンデンサ $C1$ 、第2コンデンサ $C2$ 、および、コンデンサ $C3$ の容量リアクタンス X_c は、十分低いインピーダンス（約 0.0173 [mΩ]）であり、近似的に、直結されている状態とみなすことができる。

[0164] したがって、周波数 $f = 920$ [MHz] の信号に対して、図8に示す回路は、図10に示す回路と近似的に等価とみなすことができる。つまり、この場合、図8に示す回路は、図10から分かるように、点b、点d、点c、点aにより形成されるパスが、ループアンテナを構成する。このループアンテナを構成する部分について、例えば、照明用モジュール1Aのプリント基板上に導体パターン（例えば、銅箔等の金属箔）を形成させることで、ループアンテナを構成させるようにすることが好ましい。

[0165] また、点b、点d、点c、点aにより形成されるループアンテナのパスの長さを d_3 とし、照明装置200で送受信する無線信号（電磁波）の波長を λ とし、照明用モジュール1Aのループアンテナを構成する導体パターンの周辺の物質（例えば、プリント基板を構成する物質）の比誘電率を ϵ_r とすると、

$$\lambda_0 = \lambda / \sqrt{\epsilon_r}$$

$$d_3 = \lambda_0$$

$\sqrt{x}$: x の平方根を取得する関数

を満たすように、照明装置200において、ループアンテナを構成する導体パターンを形成するのが好ましい。

[0166] このように構成することで、周波数 $f = 920$ [MHz] の信号に対して、照明装置200の照明用モジュール1Aは、点b、点d、点c、点aにより形成されるパスをアンテナ素子とするループアンテナと略同様の機能を実現することができる。

[0167] このように、照明装置200の照明用モジュール1Aの回路は、直流成分の信号に対しては、照明制御機能を実現する回路として機能し、高周波成分の信号（例えば、周波数 $f = 920$ [MHz] の信号）に対しては、アンテナ

ナ機能を実現する回路として機能する。

[0168] なお、照明装置 200A の具体的な動作は、第 1 実施形態の照明装置 100 と同様であるので、詳細な説明を省略する。

[0169] 以上のように、照明装置 200 では、照明用モジュール 1 の回路が、(1) 直流成分の信号に対して、発光素子を点灯させる回路として機能し、(2) 高周波成分の信号に対しては、ループアンテナを構成する回路として機能する。つまり、照明装置 200 では、1 つの回路で、照明用の回路と、無線通信のためのアンテナ用の回路との両方を実現することができる。

[0170] したがって、照明装置 200 では、無線通信機能を実現させるために、従来のように、照明装置の外部に大きなアンテナを設置する必要がないので、照明機器の外観を損ねることがない。また、内部が空洞の細長い照明用管内に、照明用モジュール 1A を設置する場合、n 個の発光素子を、当該照明用管の長手方向に配置するとともに、ループアンテナの導体パターン（の一部）を形成する領域を容易に確保することができ、さらに、アンテナ感度が良好となる領域（例えば、照明用管の長手方向の略中央部）に、ループアンテナの導体パターン（の一部）を形成させることも容易となる。

[0171] このように、照明装置 200 では、照明機器の外観を損ねず、照明機器の照明性能を確保し、かつ、信頼性の高い無線通信を実行することができる。

[0172] [第 3 実施形態]

次に、第 3 実施形態について、説明する。

[0173] なお、本実施形態において、上記実施形態と同様の部分については、同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0174] 図 11 は、第 3 実施形態に係る照明制御システム 3000 の概略構成図である。

[0175] 照明制御システム 3000 は、図 11 に示すように、ネットワーク N1（有線ネットワーク N1）に接続されたマスター装置 M1 と、第 1 スレーブ装置 S1 と、第 2 スレーブ装置 S2 と、第 3 スレーブ装置 S3 とを備える。ネットワーク N1 は、例えば、専用線による有線ネットワークや、電力線に信

号を変調して重畳させて通信するネットワーク（例えば、電力線搬送通信ネットワーク（PLCネットワーク））等である。

[0176] また、照明制御システム3000は、図11に示すように、第1スレーブ装置S1に無線通信ネットワークW1により接続される脱着式無線通信用モジュールWM11と、脱着式無線通信用モジュールWM12に接続されている照明用モジュールLM12とを備える。

[0177] また、照明制御システム3000は、図11に示すように、第2スレーブ装置S2に無線通信ネットワークW2により接続される脱着式無線通信用モジュールWM21と、脱着式無線通信用モジュールWM22に接続されている照明用モジュールLM22とを備える。

[0178] また、照明制御システム3000は、図11に示すように、第3スレーブ装置S3に無線通信ネットワークW3により接続される照度センサSS31と、人感センサSS32とを備える。

[0179] なお、図11の場合、照明制御システム3000は、1つのマスター装置と、3つのスレーブ装置とを備えているが、照明制御システム3000は、この構成に限定されることはなく、複数のマスター装置と、複数のスレーブ装置とを備えるものであってもよい。

[0180] 脱着式無線通信用モジュールWM11、WM12、WM21、WM22は、上記実施形態で説明した無線通信用モジュール2と同様のものであり、コネクタ等により、照明用モジュールと脱着可能である。

[0181] 照明用モジュールLM11、LM12、LM21、LM22は、上記実施形態で説明した照明用モジュール1または1Aと同様のものである。なお、電源部3については、図示を省略している。

[0182] 例えば、照明制御システム3000において、照度センサSS31により検出されている照度が低い（暗い）状態であり、人感センサSS32により、人を検知し、消灯している照明用モジュールLM11の複数の発光素子を点灯させる場合の制御について、以下、説明する。

[0183] まず、照度センサSS31は、照度センサSS31により検出されている

照度が低い（暗い）ことを示す情報を含む信号を、無線通信ネットワークW3を介して、第3スレーブ装置S3に送信する。

[0184] 第3スレーブ装置S3は、無線通信ネットワークW3を介して、照度センサSS31から取得した情報を含む信号を、有線ネットワークN1を介して、マスター装置M1に送信する。

[0185] マスター装置M1は、第3スレーブ装置S3から、有線ネットワークN1を介して受信した照度センサSS31が検知した照度についての情報を取得し、当該情報を保持する。

[0186] 次に、人感センサSS32が、人を検知すると、人感センサSS32は、人を感知したことを示す情報を含む信号を、無線通信ネットワークW3を介して、第3スレーブ装置S3に送信する。

[0187] 第3スレーブ装置S3は、人感センサSS32から、無線通信ネットワークW3を介して受信した情報（人を検知したことを示す情報）を、有線ネットワークN1を介して、マスター装置M1に送信する。

[0188] マスター装置M1は、第3スレーブ装置S3から、有線ネットワークN1を介して受信した信号により、人感センサSS32により、人が検知されたという情報を取得する。そして、マスター装置M1は、照明用モジュールLM11の複数の発光素子の点灯を指示する信号を、有線ネットワークN1を介して、第1スレーブ装置S1に送信する。

[0189] 第1スレーブ装置S1は、マスター装置M1から、有線ネットワークN1を介して送信された信号を受信し、受信した信号を、無線通信ネットワークW1を介して、脱着式無線通信用モジュールWM11に送信する。

[0190] 脱着式無線通信用モジュールWM11は、第1スレーブ装置S1からの信号を、無線通信ネットワークW1を介して受信する。具体的には、第1スレーブ装置S1からの無線信号を、照明用モジュールLM11の回路を受信アンテナとして動作させることで、受信する。そして、受信した信号に対して、脱着式無線通信用モジュールWM11のマッチング部21（または21A）、および、RF部22（または22A）による処理を実行する。これによ

り、脱着式無線通信用モジュールWM11の通信制御部23（または23A）は、照明用モジュールLM11の複数の発光素子の点灯を指示する信号を取得する。そして、通信制御部23（または23A）は、電源部3が、照明用モジュール1に供給する電圧を、照明用モジュール1の発光素子LE1～LEnを点灯させることができる所定の電圧（所定の調光率を実現するための電圧）とするよう指示する制御信号Ctlを、電源部3に出力する。

[0191] これにより、照明用モジュールLM11の複数の発光素子が点灯する。

[0192] なお、脱着式無線通信用モジュールWM11の通信制御部23（または23A）は、照明用モジュールLM11の複数の発光素子が点灯することで消費される電力の情報を含む信号を、照明用モジュールLM11の回路を送信アンテナとして動作させることで、無線通信ネットワークW1を介して、第1スレーブ装置S1に送信されるように、制御するようにしてもよい。

[0193] この場合、第1スレーブ装置S1は、脱着式無線通信用モジュールWM11から送信された信号を受信し、受信した信号を、有線ネットワークN1を介して、マスター装置M1へ送信する。

[0194] そして、マスター装置M1は、第1スレーブ装置S1から、有線ネットワークN1を介して受信した信号より、照明用モジュールLM11が点灯していることで消費されている電力量を把握することができる。

[0195] 照明制御システム3000では、このような処理を行うことで、各スレーブ装置から取得した電力消費量を把握し、省エネを実現させるために、不要な点灯を消灯させる等の制御を行うこともできる。

[0196] さらに、図11に示すように、マスター装置M1を、ネットワークN2を介して、ホストシステムH1に接続するようにし、マスター装置M1で収集した情報を、ホストシステムH1に送信するようにしてもよい。ホストシステムH1では、収集した情報に基づいて、マスター装置M1に対して、所定の制御を行うように指示するようにしてもよい。

[0197] なお、上記では、照明制御システム3000での通信方式の詳細については、説明しなかったが、通信方式としては、例えば、特開2011-233

９９５号に開示されている通信方式を採用するようにしてもよい。

[0198] また、上記では、脱着式無線通信用モジュールおよび照明用モジュールは、スレーブ装置とのみ無線通信する場合について、説明したが、これに限定されることはなく、脱着式無線通信用モジュールおよび照明用モジュール同士で、無線通信するようにしてもよい。この場合、無線マルチホップ通信方式により、無線通信を行うようにしてもよい。

[0199] 以上のように、照明制御システム３０００では、第１～第２実施形態の照明装置１００、２００に相当する、脱着式無線通信用モジュールおよび照明用モジュールを用いて、照明制御システムを構成することができる。照明制御システム３０００では、スレーブ装置のみが有線ネットワークおよび無線通信ネットワークの両方の通信機能を備えていればよく、脱着式無線通信用モジュールおよび照明用モジュールは、無線通信機能のみを備えていればよい。これにより、照明制御システム３０００では、システムを構築するときにトータルコストを安くすることができる。

[0200] さらに、無線通信用モジュールは、照明用モジュールに脱着可能であるので、照明用モジュールのコストを安くすることができる。そして、無線通信機能を付加したい照明用モジュールに対してのみ、脱着可能な無線通信用モジュールを装填すればよいので、柔軟、かつ、高い拡張性を有する照明制御システム３０００を、容易に構築することができる。

[0201] [他の実施形態]

上記実施形態では、コイル、コンデンサを１つの素子として、説明しているが、例えば、１つのコイルを、直列接続した複数のコイル、または、並列接続した複数のコイルで実現するようにしてもよい。また、例えば、１つのコンデンサを、直列接続した複数のコンデンサ、または、並列接続した複数のコンデンサで実現するようにしてもよい。

[0202] また、上記実施形態では、コイルのインダクタンス値、コンデンサのキャパシタンス値、無線信号の周波数、波長等は、一例を挙げているだけであり、所定の許容範囲や誤差範囲を含むように、その値を設定するようにしても

よい。

[0203] また、上記実施形態では、照明装置 100、200において、照明用モジュール 1、1Aに設置されている全ての発光素子LE1～LEnを直列接続して構成する場合について説明したが、これに限定されることはない。例えば、一部の発光素子を、直流電源と並列に接続するようにしてもよい。

[0204] また、発光素子間を接続するパターンは、上記実施形態に限定されることなく、他の接続パターンにより発光素子間を接続するようにしてもよい。

[0205] 特に、第2実施形態の照明装置200において、ループアンテナ長を調整するために、例えば、図12に示すような接続パターンにより、隣接する発光素子を接続するようにしてもよい。

[0206] また、上記実施形態の照明装置100、200において、所望のアンテナ特性を得ることが困難である場合、コイル、コンデンサ等の電子部品を追加し、所望のアンテナ特性を実現するようにしてもよい。

[0207] 例えば、第2実施形態において、高周波信号が、発光素子を通過することで、所望のアンテナ特性が得られない場合、例えば、図13に示すように、照明装置100、200の全部または一部の発光素子に、並列にコンデンサを挿入し、所望のアンテナ特性に近づくように調整するようにしてもよい。

[0208] また、上記実施形態において、構成部材のうち、上記実施形態に必要な主要部材のみを簡略化して示している。したがって、上記実施形態において明示されなかった任意の構成部材を備えうる。また、上記実施形態および図面において、各部材の寸法は、必ずしも実際の寸法および寸法比率等を忠実に表しているわけではない。したがって、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で寸法や寸法比率等の変更は可能である。

[0209] また、文言「部」は、「サーキトリー(circuitry)」を含む概念であってもよい。サーキトリーは、ハードウェア、ソフトウェア、あるいは、ハードウェアおよびソフトウェアの混在により、その全部または一部が、実現されるものであってもよい。

[0210] なお、本発明の具体的な構成は、前述の実施形態に限られるものではなく

、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更および修正が可能である。

符号の説明

[0211] 100、200 照明装置

1、1A 照明用モジュール

11 第1回路部

12 第2回路部

A11 第1アンテナ部

A12 第2アンテナ部

2 無線通信用モジュール

21 マッチング部

22 RF部

23 通信制御部

3 電源部

3000 照明制御システム

WM11、WM12、WM21、WM22 脱着式無線通信用モジュール

LM11、LM12、LM21、LM22 照明用モジュール

請求の範囲

[請求項1]

無線通信用モジュールと接続可能な照明用モジュールであって、
発光素子を含む第1回路部と、
前記第1回路および前記無線通信用モジュールと接続される第2回路部であって、
前記無線通信用モジュールの第1接続端子に、第1端が接続されている第1コンデンサと、
前記無線通信用モジュールの第2接続端子に、第1端が接続されている第2コンデンサと、
第1端が前記第1コンデンサの第2端に接続されており、かつ、第2端が前記第2コンデンサの第2端に接続されている第1コイルと、
を含む前記第2回路部と、
を備え、
前記第1回路部に直流電源を接続し、前記無線通信用モジュールの前記第1接続端子と前記第2接続端子間に、第1周波数の交流信号が入力された場合、
前記第1回路および前記第2回路により形成される回路は、
前記第1周波数の前記交流信号に対して、アンテナ回路として機能するとともに、
前記直流電源から前記第1回路に供給される直流信号に対して、前記発光素子を点灯させる回路として機能する、
照明用モジュール。

[請求項2]

前記第1回路および前記第2回路により形成される回路をアンテナ回路として機能させる場合に、送受信する無線信号の搬送波周波数を f_c とし、
前記搬送波周波数 f_c における、前記第1コイルの誘導リアクタンスを $X_L(L_1)$ とし、
前記搬送波周波数 f_c における、前記第1コンデンサの容量リアク

タンスを $X_c(C1)$ とし、前記第2コンデンサの容量リアクタンスを $X_c(C2)$ とすると、

$$X_L(L1) \geq 500 [\Omega]$$

$$X_c(C1) \leq 10 [\Omega]$$

$$X_c(C2) \leq 10 [\Omega]$$

を満たすように、前記第1コイルのインダクタンス値、前記第1コンデンサのキャパシタンス値、および、前記第2コンデンサのキャパシタンス値が設定されている、

請求項1に記載の照明用モジュール。

[請求項3]

第1回路部は、複数の発光素子と、第2コイルと、第3コイルと、第1導体パターン部と、第2導体パターン部と、を備え、

前記第1回路部の前記複数の発光素子と、前記第2コイルと、前記第1導体パターン部と、前記第2回路部の前記第1コイルと、前記第1回路部の前記第2導体パターンと、前記第3コイルとは、直列に接続されており、

前記第1導体パターン部は、前記第2コイルと前記第1コイルとの間に配置されており、

前記第2導体パターン部は、前記第1コイルと前記第3コイルとの間に配置されており、

前記複数の発光素子は、前記第1回路部に直流電源を接続され、所定量以上の直流電流が流れた場合、発光するように直列に接続されている、

請求項1又は2に記載の照明用モジュール。

[請求項4]

前記第1回路および前記第2回路により形成される回路をアンテナ回路として機能させる場合に、送受信する無線信号の搬送波周波数を f_c とし、

前記搬送波周波数 f_c における、前記第2コイルの誘導リアクタンスを $X_L(L2)$ とし、前記第3コイルの誘導リアクタンスを $X_L(L3)$ とし、

L 3) とすると、

$$X_L(L_2) \geq 500 [\Omega]$$

$$X_L(L_3) \geq 500 [\Omega]$$

を満たすように、前記第2コイルのインダクタンス値、および、前記第3コイルのインダクタンス値が設定されている、

請求項3に記載の照明用モジュール。

[請求項5]

前記第1回路および前記第2回路により形成される回路をアンテナ回路として機能させる場合に、送受信する無線信号の搬送波周波数を f_c とし、前記搬送波周波数 f_c の電磁波の波長を λ とし、前記第1導体パターン部および前記第2導体パターン部が設置されている周辺領域の物質の比誘電率を ϵ_r とし、前記第1導体パターン部の長さを d_1 とし、前記第2導体パターン部の長さを d_2 とすると、

$$\lambda_0 = \lambda / \sqrt{\epsilon_r}$$

$$d_1 + d_2 = \lambda_0 / 2 \pm 0.4 \times (\lambda_0 / 2)$$

$\sqrt{x}$: x の平方根を取得する関数

を満たすように、前記第1導体パターン部および前記第2導体パターン部が形成されている、

請求項3又は4に記載の照明用モジュール。

[請求項6]

前記第1回路および前記第2回路により形成される回路をアンテナ回路として機能させる場合に、送受信する無線信号の搬送波周波数を f_c とし、前記搬送波周波数 f_c の電磁波の波長を λ とし、前記第1導体パターン部および前記第2導体パターン部が設置されている周辺領域の物質の比誘電率を ϵ_r とし、前記第1導体パターン部の長さを d_1 とし、前記第2導体パターン部の長さを d_2 とすると、

$$\lambda_0 = \lambda / \sqrt{\epsilon_r}$$

$$d_1 + d_2 = \lambda_0 \pm 0.4 \times \lambda_0$$

$\sqrt{x}$: x の平方根を取得する関数

を満たすように、前記第1導体パターン部および前記第2導体パター

ン部が形成されている、

請求項 3 又は 4 に記載の照明用モジュール。

[請求項 7] 第 1 回路部は、複数の発光素子と、第 3 コンデンサと、第 4 コイルと、第 5 コイルと、を備え、

前記第 1 回路部の前記第 4 コイルと、前記複数の発光素子と、前記第 2 回路部の前記第 1 コイルと、前記第 1 回路部の前記第 5 コイルとは、直列に接続されており、

前記第 1 回路部の前記第 4 コイルは、一端が、前記第 1 回路部に直流電源を接続した場合、第 1 電位に設定される端子に接続されており、他端が、前記複数の発光素子の 1 つの発光素子と、前記第 3 コンデンサの第 1 端に接続されており、

前記第 1 回路部の前記第 5 コイルは、一端が、前記第 1 回路部に直流電源を接続した場合、第 2 電位に設定される端子に接続されており、他端が、前記第 3 コンデンサの第 2 端に接続されている、

請求項 1 又は 2 に記載の照明用モジュール。

[請求項 8] 前記第 1 回路および前記第 2 回路により形成される回路をアンテナ回路として機能させる場合に、送受信する無線信号の搬送波周波数を f_c とし、

前記搬送波周波数 f_c における、前記第 4 コイルの誘導リアクタンスを $X_L(L_4)$ とし、前記第 5 コイルの誘導リアクタンスを $X_L(L_5)$ とし、

前記搬送波周波数 f_c における、前記第 3 コンデンサの容量リアクタンスを $X_c(C_3)$ とすると、

$$X_L(L_4) \geq 500 [\Omega]$$

$$X_L(L_5) \geq 500 [\Omega]$$

$$X_c(C_3) \leq 10 [\Omega]$$

を満たすように、前記第 4 コイルのインダクタンス値、前記第 5 コイルのインダクタンス値、および、前記第 3 コンデンサのキャパシタン

ス値が設定されている、

請求項 7 に記載の照明用モジュール。

[請求項9] 前記第 1 回路および前記第 2 回路により形成される回路をアンテナ回路として機能させる場合に、送受信する無線信号の搬送波周波数を f_c とし、前記搬送波周波数 f_c の電磁波の波長を λ とし、

前記第 2 コンデンサの第 2 端、前記第 3 コンデンサの第 2 端、前記第 3 コンデンサの第 1 端、前記複数の発光素子、および、前記第 1 コンデンサの第 2 端により形成されるループの全長を d_3 とし、前記ループが設置されている周辺領域の物質の比誘電率を ϵ_r とすると、

$$\lambda_0 = \lambda / \sqrt{\epsilon_r}$$

$$d_3 = \lambda_0 \pm 0.4 \times \lambda_0$$

$\sqrt{x}$: x の平方根を取得する関数

を満たす前記ループが形成されるように、前記第 1 回路および前記第 2 回路が構成されている、

請求項 7 又は 8 に記載の照明用モジュール。

[請求項10] 前記第 1 回路部の前記複数の発光素子の少なくとも 1 つの発光素子と並列に、コンデンサが接続されている、

請求項 7 から 9 のいずれかに記載の照明用モジュール。

[請求項11] 請求項 1 から 10 のいずれかに記載の照明用モジュールと脱着可能な無線通信用モジュールであって、

前記照明用モジュールの前記第 2 回路部に接続することで、前記照明用モジュールの前記第 1 回路および前記第 2 回路により形成されるアンテナ回路を介して、無線通信を行う無線通信部を、
を備える無線通信用モジュール。

[請求項12] 請求項 1 から 10 のいずれかに記載の照明用モジュールと、

前記照明用モジュールの前記第 2 回路部に接続することで、前記照明用モジュールの前記第 1 回路および前記第 2 回路により形成されるアンテナ回路を介して、無線通信を行う無線通信用モジュールと、

を備える照明装置。

[請求項13] 請求項1から10のいずれかに記載の照明用モジュールと、
請求項11に記載の無線通信用モジュールと、
を備える照明装置。

[請求項14] マスター装置と、
請求項12又は13に記載の照明装置と、
無線通信ネットワークを介して前記照明装置の前記無線通信用モジュールと通信するとともに、有線ネットワークを介して、前記マスター装置と通信するスレーブ装置と、
を備える照明制御システム。

[図1]

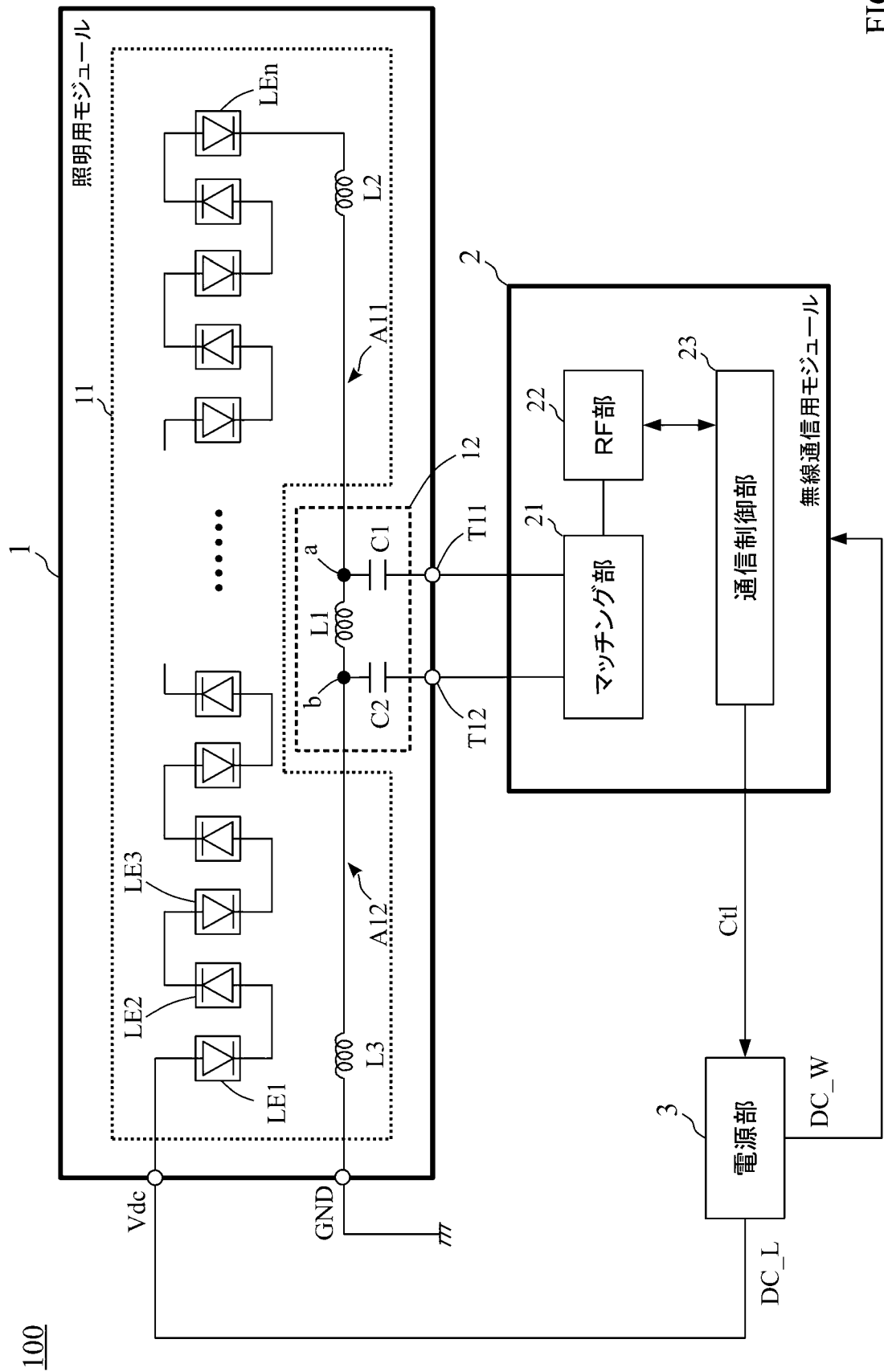


FIG. 1

[図2]

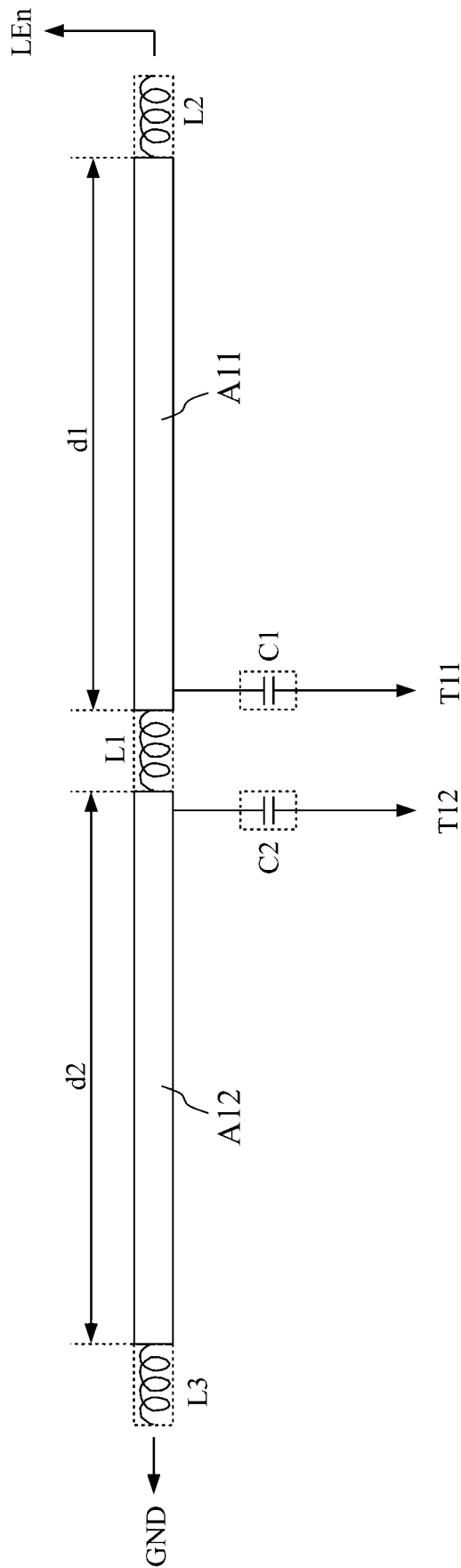


FIG. 2

[図3]

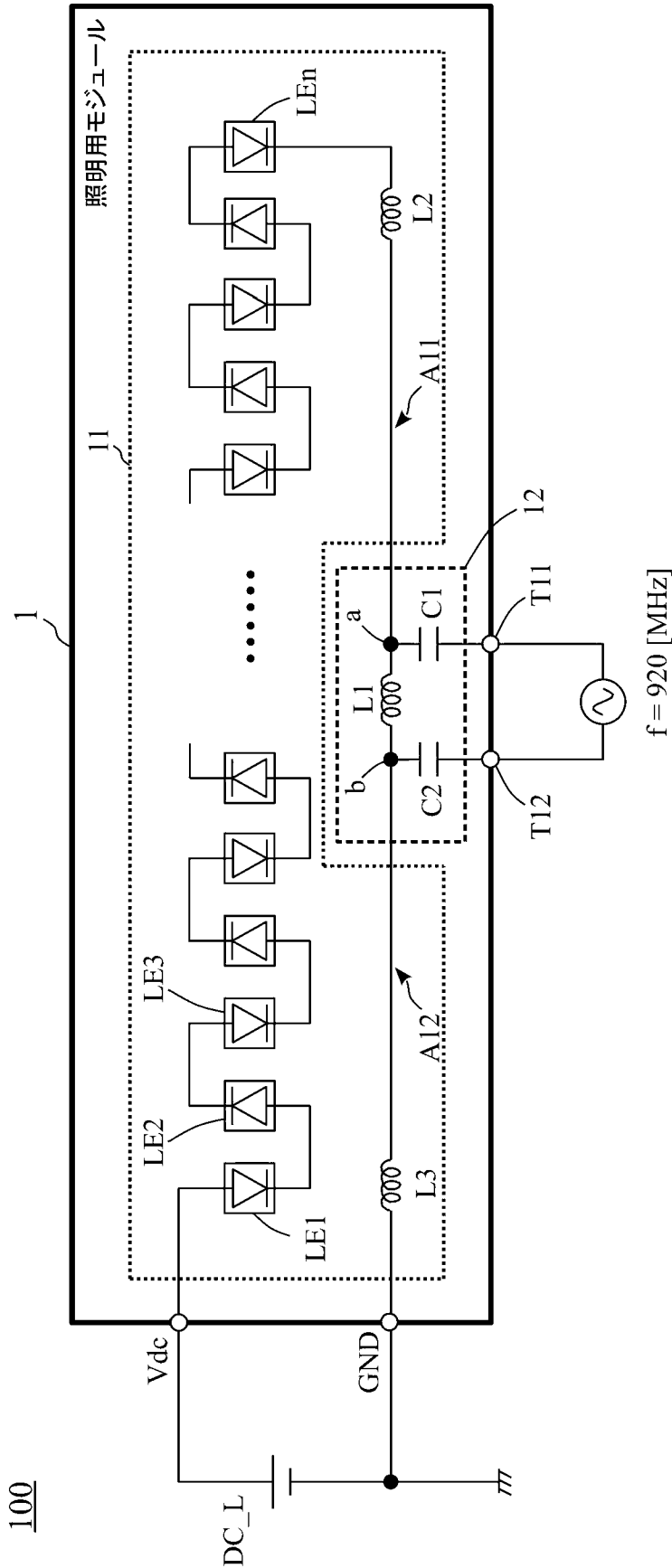


FIG. 3

[図5]

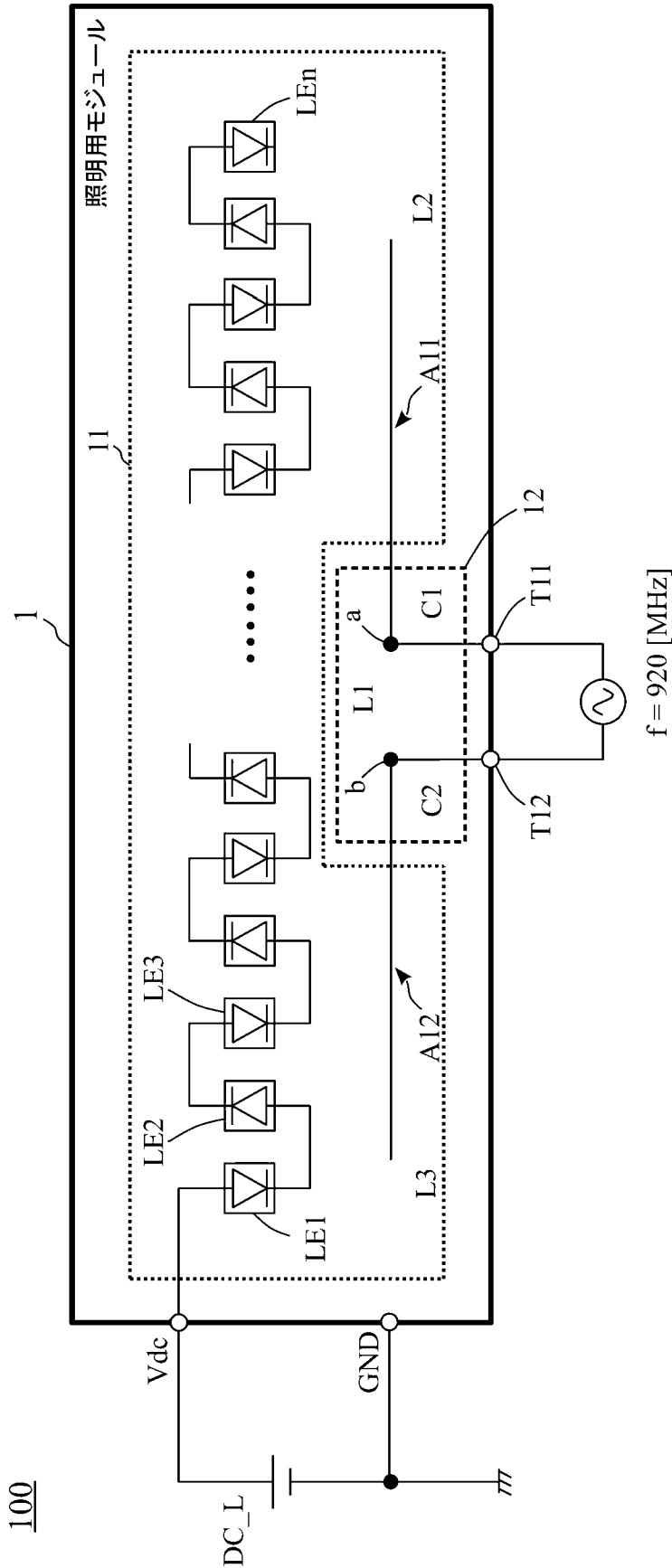


FIG. 5

[図6]

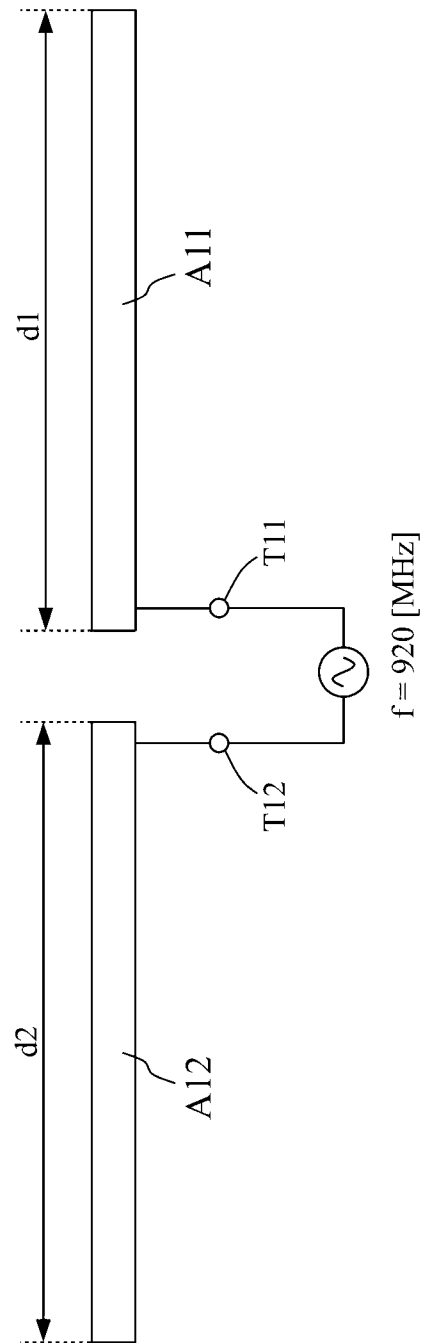


FIG. 6

[図7]

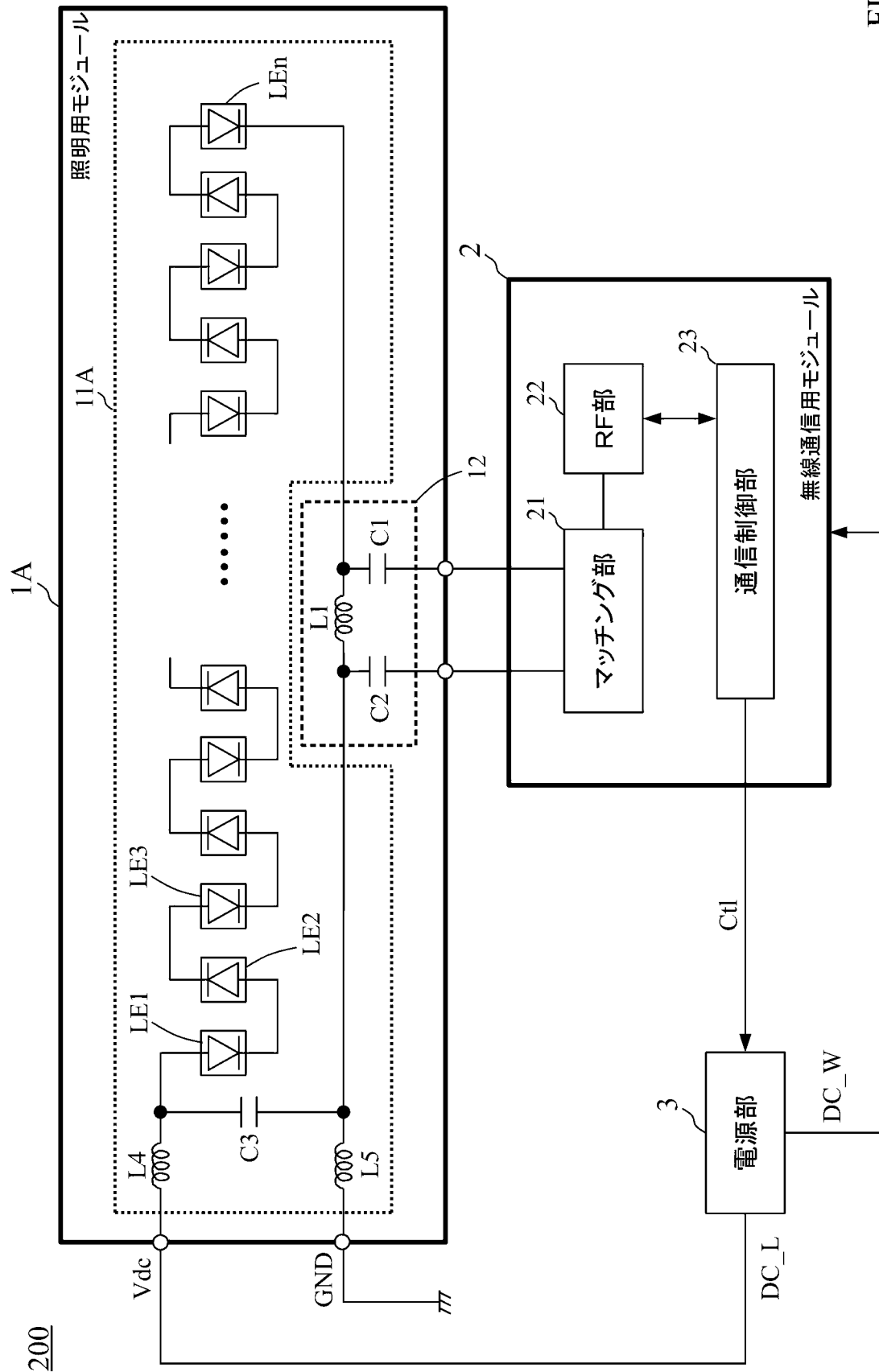


FIG. 7

[図9]

200

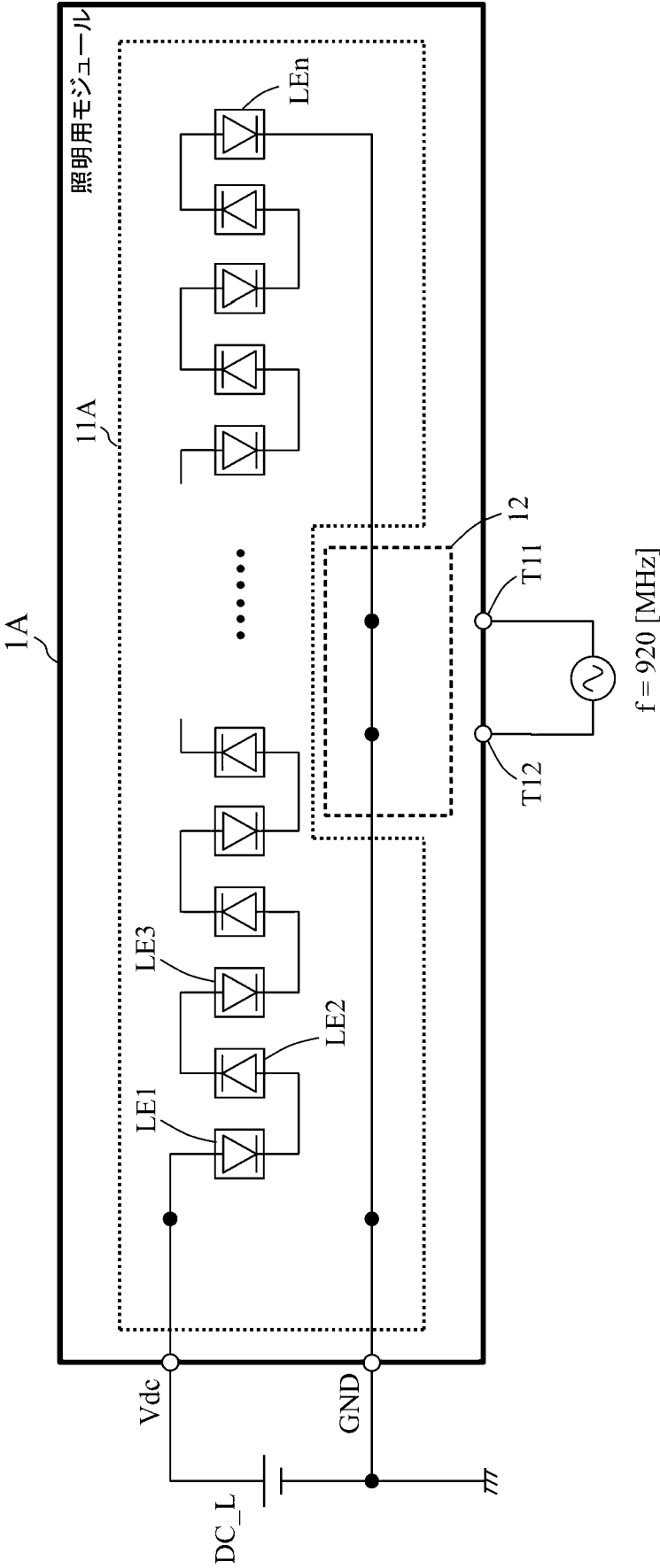


FIG. 9

[図10]

200

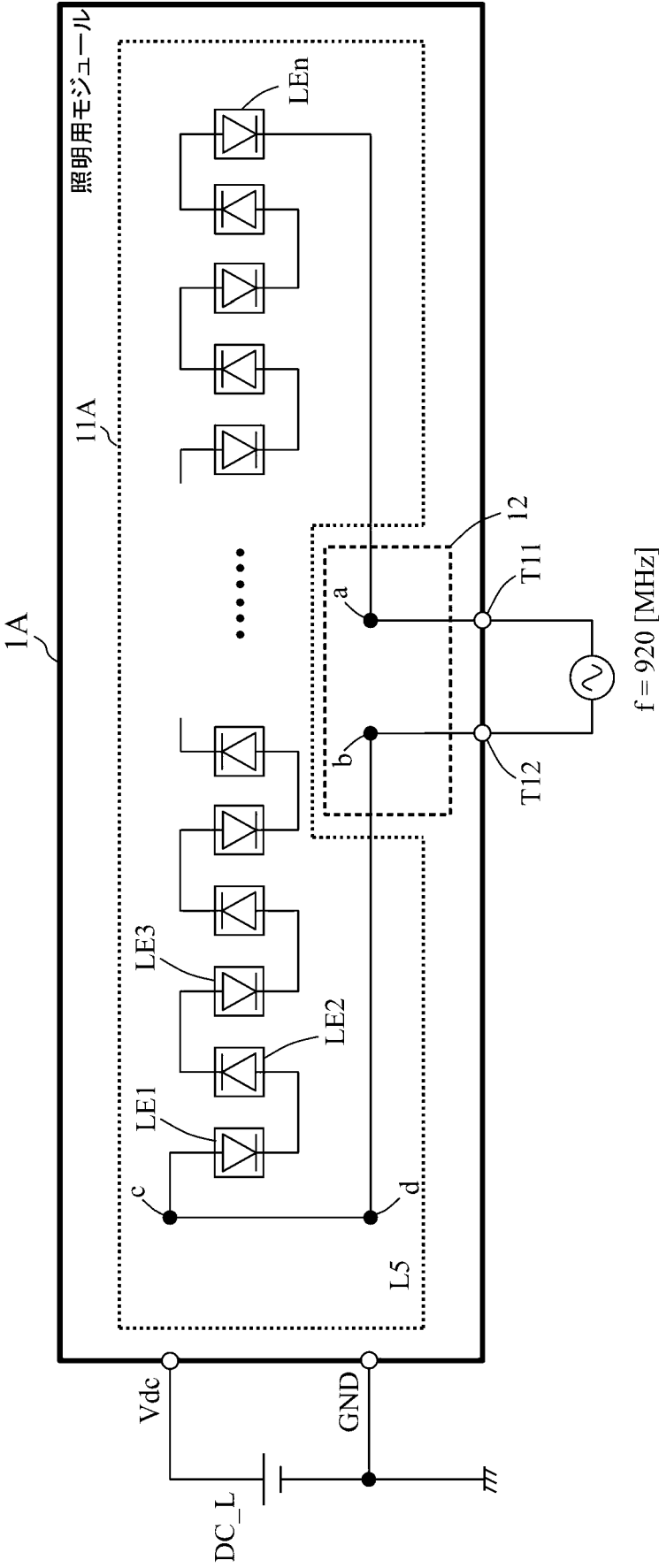


FIG. 10

[図11]

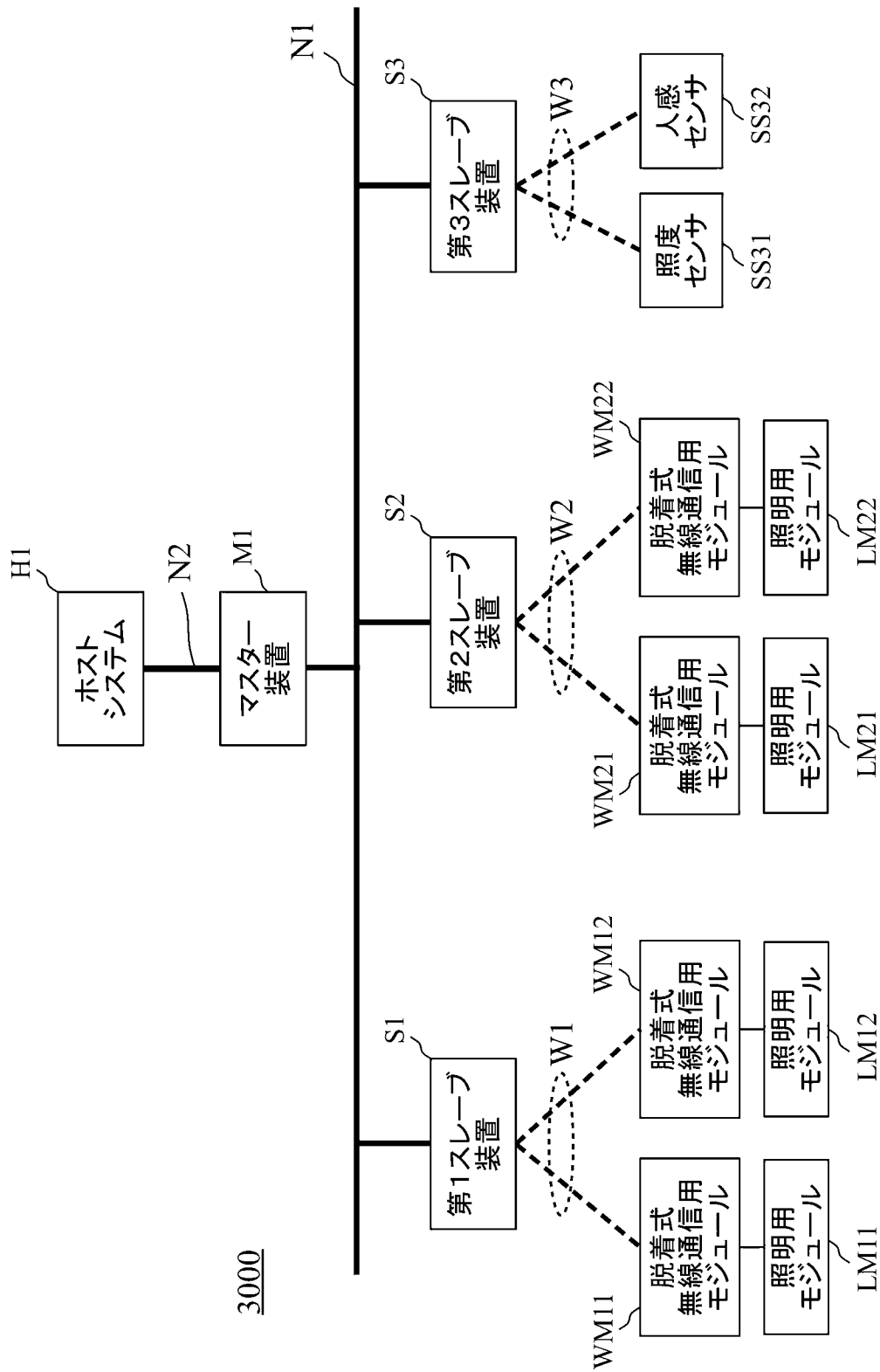


FIG. 11

[図12]

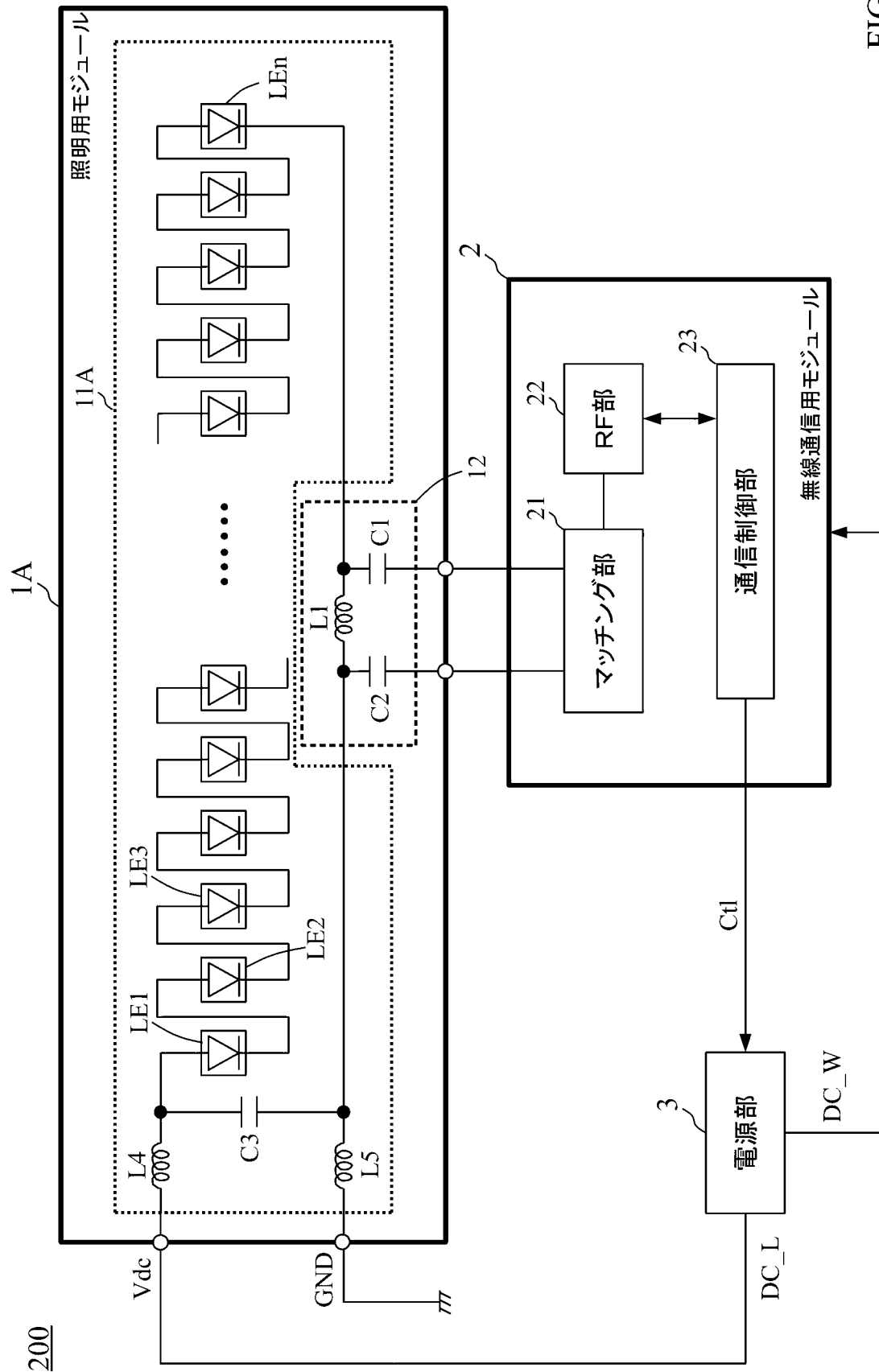


FIG. 12

[図13]

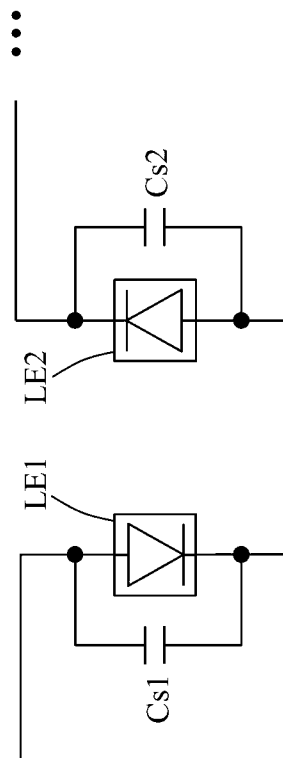


FIG. 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/075938

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B37/02(2006.01) i, H01Q9/16(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05B37/02, H01Q9/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-521706 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 13 September 2012 (13.09.2012), paragraphs [0041] to [0079] & US 2012/0091902 A1 & EP 2412209 A & WO 2010/109366 A1 & CA 2756241 A & KR 10-2011-0136869 A & CN 102362554 A & RU 2011142770 A	1-14
A	JP 2002-289372 A (Hitachi, Ltd.), 04 October 2002 (04.10.2002), paragraphs [0019] to [0044] (Family: none)	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 December, 2014 (09.12.14)

Date of mailing of the international search report
16 December, 2014 (16.12.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/075938

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-303445 A (Ebara Densan Ltd.), 28 October 2004 (28.10.2004), paragraphs [0011] to [0043] (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H05B37/02(2006.01)i, H01Q9/16(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H05B37/02, H01Q9/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-521706 A（コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ）2012.09.13, 段落0041-0079 & US 2012/0091902 A1 & EP 2412209 A & WO 2010/109366 A1 & CA 2756241 A & KR 10-2011-0136869 A & CN 102362554 A & RU 2011142770 A	1 - 1 4
A	JP 2002-289372 A（株式会社日立製作所）2002.10.04, 段落0019-0044（ファミリーなし）	1 - 1 4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 9 . 1 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 6 . 1 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

三島木 英宏

3 X

3 0 1 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 7 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-303445 A (株式会社荏原電産) 2004. 10. 28, 段落 0 0 1 1 — 0 0 4 3 (ファミリーなし)	1 — 1 4