

(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
2012 年 10 月 11 日(11.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/137641 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 37/02 (2006.01) *F21V 11/04* (2006.01)
F21S 2/00 (2006.01) *F21Y 101/02* (2006.01)
F21S 9/03 (2006.01) *F21Y 105/00* (2006.01)
F21S 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/058117
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 28 日(28.03.2012)
- (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 2011-082178 2011 年 4 月 1 日(01.04.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 (West Nippon Expressway Engineering Kansai Co., Ltd) [JP/JP]; 〒5670032 大阪府茨木市西駅前町 5 番 2 6 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坂本 正悦 (SAKAMOTO, Sho'etsu) [JP/JP]; 〒5670032 大阪府茨木市西駅前町 5 番 2 6 号 西日本高速道路エン

지니어リング関西株式会社内 Osaka (JP). 宇都宮 清浩 (UTSUNOMIYA, Kiyohiro) [JP/JP]; 〒5670032 大阪府茨木市西駅前町 5 番 2 6 号 西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社内 Osaka (JP). 杉岡 照久 (SUGIOKA, Teruhisa) [JP/JP]; 〒5670032 大阪府茨木市西駅前町 5 番 2 6 号 西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社内 Osaka (JP). 荒平 照昭 (ARAHIRA, Teruaki) [JP/JP]; 〒5670032 大阪府茨木市西駅前町 5 番 2 6 号 西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社内 Osaka (JP).

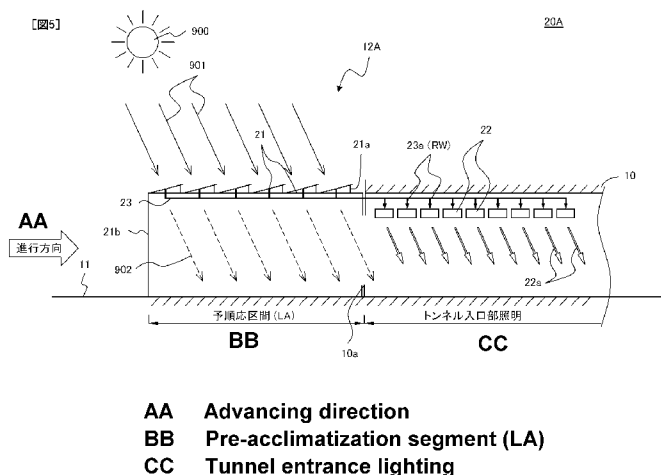
(74) 代理人: 大菅 義之 (OSUGA, Yoshiyuki); 〒1020084 東京都千代田区二番町 8 番地 2 0 二番町ビル 3 F Tokyo (JP).

(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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,

[続葉有]

(54) Title: TUNNEL ENTRANCE LIGHTING SYSTEM

(54) 発明の名称: トンネル入口部照明システム



(57) Abstract: The present invention dramatically reduces energy consumption while retaining the performance of entrance lighting in a tunnel using artificial lighting for the entrance lighting. A tunnel entrance lighting system (20A) is configured from: a pre-acclimatization structure (12A) which is provided to the front side of the mouth (10a) of a tunnel (10), comprises a plurality of solar cell panels (21), generates indirect light (902) from natural light (901) by means of the light modulation gap (21a) of each solar cell panel (21), and constitutes a pre-acclimatization segment (LA) for controlling the road surface luminance distribution that gradually decreases in the direction towards the mouth (10a) on the road (11); and a plurality of lighting lamp fittings (22) which is disposed in the interior of the tunnel (10) in the vicinity of the mouth (10a) and which lights up by means of the power supplied from the solar cell panels (21) via a wire (23). Different load resistors (RW) are disposed on the respective branching wires (23a) for connecting each lighting lamp fittings (22) with the wire (23) such that the road surface luminance distribution gradually decreases in the advancing direction of the tunnel (10) from the mouth (10a).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/137641 A1



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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

入口照明に人工照明を用いるトンネルにおいて、入口照明としての性能を維持しつつ、大幅な省エネルギーを実現する。トンネル 10 の坑口 10 a の手前側に設けられ、複数の太陽電池パネル 21 からなり、個々の太陽電池パネル 21 の調光間隙 21 a によって自然光 901 から間接光 902 を生成して、道路 11 の、坑口 10 a に向かう方向に漸減する路面輝度分布を制御する予順応区間 LA を構成する予順応構造物 12 A と、トンネル 10 の坑口 10 a の内部近傍に設けられ、太陽電池パネル 21 から配線 23 を介して供給される電力で点灯する複数の照明灯具 22 でトンネル入口部照明システム 20 A を構成する。配線 23 と個々の照明灯具 22 を接続する個々の分岐配線 23 a には、坑口 10 a からトンネル 10 の進行方向に漸減する路面輝度分布を有するように、異なる負荷抵抗 RW を設ける。

明 細 書

発明の名称：トンネル入口部照明システム

技術分野

[0001] 本発明は、トンネル入口部照明技術に関する。

背景技術

[0002] 例えば、昼間、トンネル入口部において生じるブラックホール現象と運転者の眼の順応の遅れ現象を緩和するため、非特許文献1等に記載されるようにトンネル入口部照明が設けられる。

[0003] このトンネル入口部照明は、昼間、運転者がトンネルに接近する際に生じる急激な輝度の変化と、トンネル内進入直後から起きる眼の順応の遅れを緩和するための照明である。入口部照明は入口照明と基本照明を加えたものをいう。

[0004] 入口照明は、人工照明のみによる方法が一般的であるが、自然光を利用する方法（自然光照明）もある。例えば、特許文献1では、太陽光収集装置から光導体を用いてトンネルの入口内に自然光を導くことでトンネル入口照明を実現している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開昭59-226403号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：日本道路協会、2007年10月発行、「道路照明施設設置基準、同解説」、p62およびp79。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] トンネル入口部照明の設置規模は、当該トンネルの設計速度と野外輝度によって決定される。ここで、野外輝度は、例えば、トンネル坑口手前150m地点から見た視角20度の円形視野内の平均輝度であり、野外輝度 L_{20} 等

と表現される。

[0008] 従来の入口照明における自然光の利用は、入口照明における人工照明の一部を自然光によって代替しようとするものであった。したがって、入口照明の設置規模自体は不変であり、これを人工照明、自然光の何れの手段によって実現するかを選択のみであった。

[0009] 本発明の目的は、入口照明に人工照明を用いるトンネルにおいて、入口照明としての性能を維持しつつ、省エネルギーを実現することが可能なトンネル入口照明技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明は、トンネル坑口手前の道路に設けられ、自然光による路面の自然照明光量（照度又は輝度）が進行方向に漸減する予順応区間を構成する予順応構造物と、

前記トンネル坑口手前の予順応構造物内における前記自然照明光量に応じたトンネル進行方向の照明光量分布を形成する入口照明手段と、
を具備したトンネル入口部照明システムを提供する。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、入口照明に人工照明を用いるトンネルにおいて、入口照明としての性能を維持しつつ、大幅な省エネルギーを実現することが可能なトンネル入口照明技術を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の一実施の形態であるトンネル入口部照明システムの原理的な構成の一例を示す略断面図である。

[図2]予順応区間における坑口からの距離と所要照明レベル（路面輝度）との関係を示す照明曲線図である。

[図3]予順応区間を設置しない従来の場合の、国際照明委員会が推奨する入口部照明曲線を示す線図である。

[図4]従来の入口部照明曲線と本実施の形態による入口部照明曲線を比較して示す線図である。

[図5]本発明の実施例1であるトンネル入口部照明システムの構成を示す略側断面図である。

[図6]本発明の実施例2であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[図7]本発明の実施例3であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[図8]本発明の実施例4であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[図9]本発明の実施例5であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[図10]本発明の実施例6であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[図11]本発明の実施例7であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[図12]本発明の実施例8であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[図13]本発明の実施例9であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[図14]本発明の実施例10であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[図15]本発明の実施例11であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[図16]本発明の実施例12であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[図17]本発明の実施例13であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[図18]本発明の実施例14であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

発明を実施するための形態

- [0013] 本実施の形態の第1の態様のトンネル入口部照明技術は、従来のトンネル入口部照明の手前に予順応区間、すなわち運転者の眼の順応輝度を減少させるための構造物を設置するものである。
- [0014] 本実施の形態の第2の態様のトンネル入口部照明技術は、予順応区間の延長を設計速度に応じた視距とするものである。
- [0015] 本実施の形態の第3の態様のトンネル入口部照明技術は、 $0.01 < k < 0.1$ の係数 k を用い、予順応区間の前半 $1/2$ の区間の路面輝度は野外輝度 $L_{20} \times k$ 、予順応区間の後半 $1/2$ の区間の終端の路面輝度は野外輝度 $L_{20} \times 0.4k$ とするものである。
- [0016] 本実施の形態の第4の態様のトンネル入口部照明技術は、入口部照明の境界部の所要輝度は野外輝度 $L_{20} \times 0.2k$ とするものである。
- [0017] 本実施の形態の第5の態様のトンネル入口部照明技術は、予順応区間を自然光により照明するものである。
- [0018] 本実施の形態の第6の態様のトンネル入口部照明技術は、予順応区間においてルーバにより自然光を採光するものである。
- [0019] 本実施の形態の第7の態様のトンネル入口部照明技術は、予順応区間においてシェードにより自然光を採光するものである。
- [0020] 本実施の形態の第8の態様のトンネル入口部照明技術は、予順応区間に光ダクトの採光部を設置するものである。
- [0021] 本実施の形態の第9の態様のトンネル入口部照明技術は、光ダクトの光出力部を予順応区間の一部とし、当該区間をトンネル内に設置するものである。
- [0022] 本実施の形態の第10の態様のトンネル入口部照明技術は、光ダクトの光出力部をトンネル入口部照明の一部とするものである。
- [0023] 本実施の形態の第11の態様のトンネル入口部照明技術は、予順応区間に太陽電池を設置するものである。
- [0024] 本実施の形態の第12の態様のトンネル入口部照明技術は、入口照明の光

源を可変光量照明灯具とし、予順応区間に設置した太陽電池の発電電力により、入口照明の可変光量照明灯具を点灯するものである。

[0025] 上述の本実施の形態の各態様によれば、一例として、次のような効果を奏する。

[0026] 本実施の形態の第1の態様によれば、予順応区間を設置することにより、トンネル入口部照明区間に進入する以前（坑口手前）の運転者の眼の順応輝度を低減することができる。

[0027] 本実施の形態の第2の態様によれば、予順応区間の延長を設計速度に応じた視距とすることにより、トンネル坑口より視距に相当する距離手前から運転者の眼の順応輝度を低減することができる。

[0028] 本実施の形態の第3の態様によれば、予順応区間の前半 $1/2$ の区間の路面輝度 L_{PA1} を野外輝度 $L_{20} \times k$ 、予順応区間の後半 $1/2$ の区間の終端の路面輝度 L_{PA2} を野外輝度 $L_{20} \times 0.4k$ とすることにより、予順応区間に進入する運転者の視認性を確保することができる。

[0029] 本実施の形態の第4の態様によれば、入口部照明の境界部の所要の路面輝度 $L_{th} BLO$ を野外輝度 $L_{20} \times 0.2k$ とすることにより、トンネルに接近し進入する運転者の視認性を確保するとともに、予順応区間を設置しないトンネル入口照明と比較して、境界部の路面輝度 L_{th} を $1/5$ に低減することができる。

[0030] 本実施の形態の第5の態様によれば、予順応区間を自然光により照明することにより、人工照明を不要とすることができる。

[0031] 本実施の形態の第6の態様によれば、予順応区間においてルーバにより自然光を採光することにより、人工照明を不要とすることができる。

[0032] 本実施の形態の第7の態様によれば、予順応区間においてシェードにより自然光を採光することにより、人工照明を不要とすることができる。

[0033] 本実施の形態の第8の態様によれば、予順応区間に光ダクトの採光部を設置し、採光した光を予順応区間の一部として、あるいはトンネル入口部照明の一部として使用することにより、人工照明を不要とし、あるいはその一部

を省略することができる。

[0034] 本実施の形態の第 9 の態様によれば、光ダクトの光出力部を予順応区間の一部とし、当該区間をトンネル内に設置することにより、予順応区間のトンネル外に設置する延長を短縮することができる。

[0035] 本実施の形態の第 10 の態様によれば、光ダクトの光出力部をトンネル入口部照明の一部とすることにより、人工照明の一部を省略することができる。

[0036] 本実施の形態の第 11 の態様によれば、予順応区間に太陽電池を設置することにより、予順応区間の構造物を多目的に活用するとともに、太陽電池により発電した電力を使用することができる。

[0037] 本実施の形態の第 12 の態様によれば、入口照明の光源を可変光量照明灯具とし、予順応区間に設置した太陽電池の発電電力により、入口照明の可変光量照明灯具を点灯することにより、商用電源の一部またはすべてを省略することができる。

[0038] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

[0039] 図 1 は、本発明の一実施の形態であるトンネル入口部照明システムの原理的な構成の一例を示す略断面図である。

[0040] 図 2 は、予順応区間における坑口からの距離と所要照明レベル（路面輝度）との関係を示す照明曲線図である。

[0041] 本実施の形態の一般的なトンネル入口部照明システム 20 では、道路 11 の経路上に存在するトンネル 10 の坑口 10a の手前に予順応区間 LA を構成する予順応区間照明曲線 C1 のような路面輝度分布を実現する予順応構造物 12（後述の予順応構造物 12A～予順応構造物 12R）を設置する。

[0042] トンネル 10 の内部には、進行方向に複数の基本照明 10c が配列され、さらに、坑口 10a の近傍側では、基本照明 10c に入口照明 10b を付加することで、トンネル進入前に生じるブラックホール現象と、トンネル内進入直後から起きる眼の順応の遅れを緩和するための、後述の予順応区間照明

曲線C 1 に対応した後述のトンネル入口部照明曲線C 2 のような路面輝度分布を有する照明を実現している。

[0043] 予順応区間L A の延長は設計速度に応じた視距とする。たとえば、設計速度100 km/h、80 km/hの場合、それぞれ160 m、110 mとなる。

[0044] 本実施の形態の場合、図2に例示されるように、予順応区間L A におけるトンネル10の坑口10 aからの距離と所要照明レベル（路面輝度）との関係は、一例として、予順応区間照明曲線C 1 のように設定される。

[0045] 設計速度100 km/hの場合、坑口10 aから手前160 mに予順応区間を設置し、道路11における予順応区間の前半の照明レベル（路面輝度 L_{PA2} ）は野外輝度 L_{20} に係数 k を乗じた値とする。図2は係数 k を10%とした例である。

[0046] ここで、野外輝度 L_{20} は設計速度に応じた視距前方から見た視角20度の円形視野の平均輝度である。野外輝度の測定距離を設計速度によらず、坑口手前150 m（固定）とする場合を含む。

[0047] 本実施の形態の場合、予順応区間L A の後半の終端（すなわち、坑口10 a）の照明レベル（路面輝度 L_{PA2} ）は野外輝度 L_{20} に係数 $0.4k$ を乗じた値とする。

[0048] したがって、係数 k が10%の場合には、坑口10 aの照明レベル（路面輝度 L_{th} ）は4%となる。

[0049] なお、予順応区間L A の照明レベル（路面輝度）は国際照明委員会（CIE）の推奨値に基づく例示であり、これらの数値に限定するものではない。

[0050] 図3は、予順応区間を設置しない従来の場合の入口部照明曲線C 0 であり、国際照明委員会が推奨する曲線の例である。

[0051] 図4は、従来 of 入口部照明曲線と本実施の形態による入口部照明曲線を比較して示す線図である。

[0052] 図4に例示されるように、従来は、トンネル坑口に接近し進入する運転者に対して一定の視認性を確保するため、野外輝度 $L_{20} \times k$ の路面輝度が必要

であった。

[0053] これに対して、図2に例示される予順応区間照明曲線C1を実現する予順応区間LA（予順応構造物12）を設ける本実施の形態の場合には、予順応区間LAに存在する運転者の眼は野外輝度 $L_{20} \times k$ に順応しているため、曲線C2では網膜の暗順応のみを考慮すれば良い。

非特許文献1のp79に記載されているように、トンネルに接近する運転者の眼の順応輝度と野外輝度との間にはほぼ一定の関係がある。このため、トンネル入口部照明の制御は運転者の眼の順応輝度の代替として野外輝度によってなされている。また、参考文献（国際照明委員会（CIE）、No61、Tunnel Entrance Lighting p42およびp43（1984））のp42に記載されているように、運転者の眼の順応輝度は中心窩順応輝度と等価光幕輝度に対応する輝度差弁別閾によって表わされる。前者は視線中心の視角約2度の部分の順応輝度、後者は眼球内散乱の程度を表す輝度である。上記参考文献のp43に記載されているように、両者の輝度差弁別閾の和に対して順応輝度が求められる。運転者が予順応区間に進入すると等価光幕輝度は約 $1/10$ となる。一方、中心視野内の輝度も予順応区間では約 $1/10$ となるが、中心窩は直ちにこの輝度に順応しない。これは、網膜の順応の時間遅れ、いわゆる暗順応現象があるためであり、これを考慮する必要がある。予順応区間に進入した直後の運転者の眼の順応輝度においては、等価光幕輝度に対して中心窩順応輝度が支配的になり、順応輝度は予順応区間進入前の約20%となるため、上述の順応輝度と野外輝度との間に一定の関係があることを考慮すると、曲線C2の路面輝度 L_{th} は野外輝度 $L_{20} \times 0.2k$ となる。本実施の形態により路面輝度 L_{th} を $1/5$ とすることができる。

[0054] このため、本実施の形態の場合のトンネル入口部照明曲線C2は、従来の入口部照明曲線C0の場合よりも、全体に低輝度側にシフトさせることができ、入口照明10bの消費電力を大幅に削減できる。

[0055] 以下、予順応区間LAを構成する予順応構造物12の具体例を含む本実施の形態のトンネル入口部照明システムについて説明する。

(実施例１)

図５は、本発明の実施例１であるトンネル入口部照明システムの構成を示す略側断面図である。

[0056] 本実施例１のトンネル入口部照明システム２０Ａは、予順応区間ＬＡを構成する予順応構造物１２Ａと、トンネル１０の坑口１０ａの近傍の内部の天井又は側壁に設けられた入口照明１０ｂとしての複数の照明灯具２２で構成される。

[0057] 複数の照明灯具２２は、道路１１を走行して坑口１０ａからトンネル１０に進入する車両の進行方向に沿って配列され、人工照明光２２ａを出射してトンネル１０内の入口部の道路１１の路面を照明する。

[0058] この場合、照明灯具２２は、例えば、発光ダイオード（ＬＥＤ）照明灯具や有機エレクトロルミネセンス（ＥＬ）照明灯具からなり、印加される電圧によって人工照明光２２ａの照度を調整可能な可変光量照明灯具となっている。

[0059] 本実施例１の場合、予順応区間ＬＡに設けられた予順応構造物１２Ａは、道路１１に沿って設けられた躯体２１ｂと、この躯体２１ｂの、少なくとも道路１１の上部を覆う天井部分に、道路１１の進行方向に沿って設置された複数の太陽電池パネル２１を備えている。

[0060] なお、躯体２１ｂは、例えば、トンネル１０の坑口１０ａを包含する矩形の門形でもよいし、坑口１０ａを包含するアーチ形のいずれでもよく、躯体の形状を限定するものではない。また、太陽電池パネル２１の設置領域は、躯体２１ｂの天井部にかぎらず、側面部にも配置した構成としてもよい。

[0061] この躯体２１ｂの形状や太陽電池パネル２１等の配置領域の変形例については、後述の別の実施例では特に繰り返して述べないが同様である。

[0062] 予順応構造物１２Ａの複数の太陽電池パネル２１は、調光間隙２１ａをなして設置され、太陽９００から放射される自然光９０１が、調光間隙２１ａによって、所望の透過率で道路１１の路面を照明する間接光９０２に減光される。

- [0063] すなわち、本実施の形態１の予順応構造物１２Ａでは、予順応区間ＬＡにおける間接光９０２による道路１１の路面上の輝度分布が、上述の予順応区間照明曲線Ｃ１となるように、個々の太陽電池パネル２１の間の調光間隙２１ａ（例えば、相互の傾斜角度や姿勢等）が設定される。
- [0064] また、太陽電池パネル２１は、配線２３を介してトンネル１０の内部に設けられた照明灯具２２に接続されており、自然光９０１によって太陽電池パネル２１の発生する電力によって照明灯具２２の消費電力が賄われる。
- [0065] 本実施の形態の照明灯具２２の設置目的から、自然光９０１の強さ（すなわち、太陽電池パネル２１の出力電力）と、照明灯具２２に必要とされる人工照明光２２ａの強さ（すなわち消費電力）は基本的に比例しており、太陽電池パネル２１と照明灯具２２を直結しても不都合はない。
- [0066] ただし、太陽電池パネル２１の開放電圧が、照明灯具２２の耐圧よりも低くなるように配慮する。
- [0067] 本実施の形態１の場合には、配線２３に対して個々の照明灯具２２は分岐配線２３ａを介して並列に接続されている。
- [0068] 特に図示しないが、分岐配線２３ａには負荷抵抗ＲＷが配置され、上述のトンネル入口部照明曲線Ｃ２の輝度分布が実現されるように、しかも、太陽電池パネル２１の開放電圧が照明灯具２２の耐圧を超過しないように、個々の照明灯具２２における負荷抵抗ＲＷが設定される。
- [0069] このように、本実施の形態１のトンネル入口部照明システム２０Ａによれば、照明灯具２２の消費電力は、予順応構造物１２Ａを構成する太陽電池パネル２１が発生する電力によって賄われ、大幅な省エネルギーを実現できる。
- [0070] また、トンネル１０に進入する車両の運転者の眼の順応輝度を的確に制御して快適なトンネル１０の通行を実現する高性能のトンネル入口部照明システム２０Ａを実現できる。
- [0071] すなわち、本実施の形態１のトンネル入口部照明システム２０Ａによれば、トンネル１０の坑口１０ａの手前に予順応構造物１２Ａからなる予順応区間ＬＡを設けたことにより、入口照明としての性能を維持しつつ、省エネルギー

ギを実現することができる。

(実施例 2)

図 6 は、本発明の実施例 2 であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[0072] この実施例 2 のトンネル入口部照明システム 20B の予順応構造物 12B では、予順応区間 LA の任意の路側部に照度計 25 を設置し、トンネル入口部照明を構成する照明灯具 22 の照明レベルを制御する制御装置 24 を設けた点が、上述の実施例 1 と異なっている。

[0073] なお、上述の実施例 1 と共通する要素には同一の参照符号を付して重複した説明は割愛する。以降の各実施例も同様である。

[0074] すなわち、制御装置 24 は、制御配線 24a を介して複数の照明灯具 22 に接続され、さらに、制御装置 24 には、信号配線 25a を介して照度計 25 が接続されている。

[0075] そして、制御装置 24 は、照度計 25 によって計測される予順応区間 LA における道路 11 の路面の照度に基づいて、個々の照明灯具 22 の人工照明光 22a のレベルが、上述の図 4 のトンネル入口部照明曲線 C2 の分布を有するように制御する。

[0076] この場合、予順応構造物 12B の太陽電池パネル 21 は、上述の実施例 1 のように照明灯具 22 に電力を供給してもよいし、外部の他の設備に電力を供給してもよい。

[0077] 太陽電池パネル 21 から配線 23 を介して照明灯具 22 に電力を供給する場合には、制御配線 24a や信号配線 25a を省略し、例えば、電力線通信 (PLC) 技術を用いて計測信号や制御信号の通信を行うことで、配線を簡略化してもよい。

[0078] この実施例 2 の場合には、上述の実施例 1 と同様の効果の他に、さらに、照度計 25 によって実測された予順応区間照明曲線 C1 の値に基づいてトンネル入口部照明曲線 C2 をより正確に制御して、トンネル 10 に進入する車両の運転者の眼の順応状態に応じ、よりの確に制御して快適なトンネル 10

の通行を実現することができる。

[0079] また、予順応区間L Aに設けられる予順応構造物1 2 Bの太陽電池パネル2 1を、発電設備としても利用でき、予順応構造物1 2 Bの有効利用や省エネルギーを実現できる。

(実施例3)

図7は、本発明の実施例3であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[0080] この実施例3のトンネル入口部照明システム2 0 Cでは、予順応構造物1 2 Cにおいて、予順応区間L Aの内部に輝度計2 6を設置し、信号配線2 6 aを介して制御装置2 4に接続し、輝度計2 6による予順応区間L Aにおける道路1 1の路面の輝度を測定して制御装置2 4に入力することにより、複数の照明灯具2 2における人工照明光2 2 aの光量分布がトンネル入口部照明曲線C 2となるように制御するものである。

[0081] この場合も、上述の実施例2と同様の効果を得ることができる。

[0082] なお、実施例2、実施例3によらず、野外輝度 L_{20} によって、複数の照明灯具2 2における人工照明光2 2 aの光量分布がトンネル入口部照明曲線C 2となるように制御することも可能である。

(実施例4)

図8は、本発明の実施例4であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[0083] この実施例4のトンネル入口部照明システム2 0 Dは、上述の実施例1における太陽電池パネル2 1の代わりに、可動式太陽電池パネル3 1を備えた予順応構造物1 2 Dを設置した点が、上述の実施例1と異なっている。

[0084] すなわち、この実施例4のトンネル入口部照明システム2 0 Dの予順応構造物1 2 Dでは、躯体3 0の天井部に、揺動軸3 1 bを介して可動に、複数の可動式太陽電池パネル3 1を搭載し、複数の可動式太陽電池パネル3 1の調光間隙3 1 aを調整することで、予順応区間L Aにおける間接光9 0 2の照度分布（すなわち、道路1 1の路面輝度分布）が、予順応区間照明曲線C

1の傾向となるように制御するものである。

[0085] 揺動軸31bは、可動式太陽電池パネル31の自重に耐える適宜の回動抵抗を備えており、任意の角度に手動で調整すると、摺動抵抗によって設定角度や姿勢が維持される。

[0086] また、可動式太陽電池パネル31は、太陽900の高度等が異なる季節や設置緯度等に応じて、その角度を調整して、予順応区間照明曲線C1に近似した路面輝度分布を実現あるいは維持することができる。

[0087] すなわち、この実施例4のトンネル入口部照明システム20Dによれば、上述の実施例1の効果の他に、季節や設置場所に応じて、柔軟に、可動式太陽電池パネル31の設置姿勢を制御して、予順応構造物12Dの必要な性能を維持向上できる、という利点がある。

(実施例5)

図9は、本発明の実施例5であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[0088] この実施例5のトンネル入口部照明システム20Eの予順応構造物12Eでは、上述の実施例4の構成に、さらに、可動式太陽電池パネル31の姿勢を制御するための傾動制御装置27を設けた構成となっている。

[0089] すなわち、この実施例5の場合、傾動制御装置27には、季節やトンネル10の設置場所の緯度等による太陽900の日周移動軌跡の情報が記憶されている。

[0090] そして、この太陽900の日周移動軌跡の情報に基づいて、傾動制御装置27が可動式太陽電池パネル31の傾きや姿勢を、太陽900の位置に追従するように制御することで、季節やトンネル10の設置場所に影響されることがなく、予順応区間LAにおける間接光902による予順応区間照明曲線C1の路面輝度分布を自動的に維持できる効果が得られる。

(実施例6)

図10は、本発明の実施例6であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[0091] この実施例 6 のトンネル入口部照明システム 20F では、予順応区間において、シェードにより自然光を採光する方式の例として、太陽電池パネル 21 の代わりに、透過型太陽電池パネル 32 を用いた予順応構造物 12F を設置するところが、上述の実施例 1 と異なっている。

[0092] すなわち、この予順応構造物 12F では、躯体 30 の天井部分に、複数の透過型太陽電池パネル 32 を敷きつめ、自然光 901 が透過型太陽電池パネル 32 を透過して、予順応区間 LA における道路 11 を照明する間接光 902 となるようにしている。

[0093] この場合、透過率の異なる複数の透過型太陽電池パネル 32 を組み合わせて敷きつめることで、上述の予順応区間照明曲線 C1 に近似した間接光 902 の路面輝度分布を実現することができる。

[0094] すなわち、予順応区間 LA の入口側からトンネル 10 の坑口 10a に向かって、透過率の低い透過型太陽電池パネル 32 の割合を多くするように、透過率の高い透過型太陽電池パネル 32 と透過率の低い透過型太陽電池パネル 32 を組み合わせて敷きつめることで、予順応区間照明曲線 C1 に近似した間接光 902 の路面輝度分布を実現することができる。

[0095] この実施例 6 のトンネル入口部照明システム 20F の場合には、上述の実施例 1 と同様の効果が得られるとともに、さらに、躯体 30 の天井部にシェードと同様、隙間なく透過型太陽電池パネル 32 を敷きつめることができるので、予順応構造物 12F を、防雪、暴風、防雨、落石防止等の設備と兼用することができ、予順応構造物 12F の多機能化により、設備利用効率やコストパフォーマンスが向上する。

(実施例 7)

図 11 は、本発明の実施例 7 であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[0096] この実施例 7 のトンネル入口部照明システム 20G では、ルーバ 41 を使用する予順応構造物 12G を予順応区間 LA に設けた例を示す。

[0097] すなわち、予順応区間 LA に設置された躯体 40 の天井部には、調光間隙

４１ａを備えたルーバ４１が設けられている。

[0098] そして、予順応区間ＬＡの始端から終端（坑口１０ａ）に向かう方向にルーバ４１の調光間隙４１ａを変化させることで、自然光９０１が調光間隙４１ａを通過して形成される間接光９０２の路面輝度分布が、上述の図２の予順応区間照明曲線Ｃ１に近似した分布となるようにする。

[0099] これにより、上述の図４の線図で説明したような効果が得られる。

[0100] すなわち、本実施例７によれば、入口照明に人工照明を用いるトンネルにおいて、入口照明としての性能を維持しつつ、大幅な省エネルギーを実現することができる。

[0101] また、ルーバ４１は設置費用が低廉である、という利点もある。

（実施例８）

図１２は、本発明の実施例８であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[0102] この実施例８のトンネル入口部照明システム２０Ｈでは、予順応区間ＬＡに可動式ルーバ５１を備えた予順応構造物１２Ｈを設置し、季節毎にルーバの角度を調整可能とした例を示す。

[0103] すなわち、この実施例８の予順応構造物１２Ｈでは、躯体５０の天井部には、複数のルーバ揺動軸５２の各々を介して複数の可動式ルーバ５１が設置されている。

[0104] そして、個々の可動式ルーバ５１の設置角度を変化させることにより、自然光９０１が透過して間接光９０２を形成する調光間隙５１ａを調整し、予順応区間ＬＡにおける間接光９０２による道路１１の路面の路面輝度分布が、上述の図２の予順応区間照明曲線Ｃ１に近似した分布を持つように設定および制御することで、上述の図４で説明した効果が得られる。

[0105] さらに、上述の実施例１の効果の他に、季節やトンネル１０の設置場所（緯度）等に応じて、柔軟に、可動式ルーバ５１の設置姿勢を制御して、予順応構造物１２Ｈの必要な性能を維持向上できる、という利点がある。

（実施例９）

図 1 3 は、本発明の実施例 9 であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[0106] この実施例 9 のトンネル入口部照明システム 2 0 J における予順応構造物 1 2 J は、上述の実施例 8 の予順応構造物 1 2 H において、個々の可動式ルーバ 5 1 の角度を自動的に制御する傾動制御装置 2 7 が設けられた構成となっている。

[0107] そして、傾動制御装置 2 7 は、上述のように太陽 9 0 0 の日周移動軌跡の情報に基づいて、可動式ルーバ 5 1 の傾きや姿勢を制御することで、季節やトンネル 1 0 の設置場所に影響されることなく、予順応区間 L A における間接光 9 0 2 による予順応区間照明曲線 C 1 の路面輝度分布を自動的に最適に維持するように動作する。

(実施例 1 0)

図 1 4 は、本発明の実施例 1 0 であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[0108] この実施例 1 0 のトンネル入口部照明システム 2 0 K における予順応構造物 1 2 K は、上述の図 1 1 に例示した実施例 7 の予順応構造物 1 2 G において、ルーバ 4 1 の代わりに太陽電池一体型ルーバ 6 1 を用いる構成となっている。

[0109] すなわち、躯体 6 0 の天井部に設置された複数の太陽電池一体型ルーバ 6 1 は、個々の調光間隙 6 1 a によって自然光 9 0 1 から、上述の予順応区間照明曲線 C 1 のような間接光 9 0 2 の路面輝度分布を得るとともに、自然光 9 0 1 の照射による発電を行うものである。

[0110] この実施例 1 0 のトンネル入口部照明システム 2 0 K によれば、上述の実施例 7 の効果の他に、予順応構造物 1 2 K が太陽電池一体型ルーバ 6 1 を備えたことにより、発電設備として利用できる利点がある。

(実施例 1 1)

図 1 5 は、本発明の実施例 1 1 であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[0111] この実施例 11 のトンネル入口部照明システム 20L では、予順応構造物 12L として、躯体 60 の上部に、ルーバ揺動軸 63 を介して太陽電池一体型可動式ルーバ 62 を配置した構成を例示する。

[0112] ルーバ揺動軸 63 は太陽電池一体型可動式ルーバ 62 の自重に耐える適度な回動抵抗を有して太陽電池一体型可動式ルーバ 62 を支持しており、手動操作により、任意の角度で個々の太陽電池一体型可動式ルーバ 62 を固定することが可能となっている。

[0113] この場合、太陽電池一体型可動式ルーバ 62 を、配線 23 および分岐配線 23a（負荷抵抗 RW）を介して照明灯具 22 に接続し、太陽電池一体型可動式ルーバ 62 で発電された電力によって照明灯具 22 を点灯させる点は、上述の図 5 に例示されたトンネル入口部照明システム 20A と同様である。

[0114] この実施例 11 のトンネル入口部照明システム 20L によれば、上述の実施例 10 と同様の効果の他に、季節ごとの太陽 900 の高度の変化に応じて、個々の太陽電池一体型可動式ルーバ 62 の取り付け角度を調整し、調光間隙 61a を変化させることで、自然光 901 が調光間隙 62a を透過して道路 11 に照射される間接光 902 の路面輝度分布が、上述の予順応区間照明曲線 C1 が近似されるように制御できる効果がある。

[0115] また、間接光 902 の路面輝度分布の上述の予順応区間照明曲線 C1 に対する近似を損なわない範囲で、太陽電池一体型可動式ルーバ 62 から発電される電力が最大となるように、太陽電池一体型可動式ルーバ 62 の角度を調整することもできる。

（実施例 12）

図 16 は、本発明の実施例 12 であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[0116] この実施例 12 のトンネル入口部照明システム 20M の予順応構造物 12M では、上述の実施例 11 に例示した太陽電池一体型ルーバ 61 の角度を自動的に制御する傾動制御装置 27 を備えた点が異なり、他の構成は実施例 11 と同様である。

[0117] すなわち、この実施例 12 の場合には、傾動制御装置 27 は、季節やトンネル 10 の設置場所の緯度等による太陽 900 の日周移動軌跡の情報が記憶されている。

[0118] そして、この太陽 900 の日周移動軌跡の情報に基づいて、傾動制御装置 27 が太陽電池一体型可動式ルーバ 62 の傾きや姿勢を、太陽 900 の位置に追従するように制御することで、季節やトンネル 10 の設置場所に影響されることなく、予順応区間 LA における間接光 902 による予順応区間照明曲線 C1 の路面輝度分布を自動的に維持できる効果が得られる。

[0119] また、傾動制御装置 27 は、予順応区間照明曲線 C1 に対する間接光 902 の路面輝度分布の近似を損なわない範囲で、太陽電池一体型可動式ルーバ 62 から得られる発電量が最大となるように、太陽電池一体型可動式ルーバ 62 の角度を制御することもできる。

(実施例 13)

図 17 は、本発明の実施例 13 であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

[0120] この実施例 13 のトンネル入口部照明システム 20Q は、光ダクト 71 からなる予順応構造物 12Q を備えたところが、上述の実施例 1 と異なっている。

[0121] すなわち、予順応区間 LA に設けられた予順応構造物 12Q は、躯体 70 の天井部に、光ダクト 71 を搭載した構造となっている。

[0122] この光ダクト 71 は、上下方向に、坑口 10a に向かって対向間隔が漸減するように略筒型に配置された上部反射板 71a と下部反射板 71b を備えている。

[0123] 光ダクト 71 の予順応区間 LA の入口側には、自然光 901 を取り込むための採光開口部 72 が上向きに形成され、反対側の坑口 10a の近傍には、光出射開口部 73 が下向きに形成されている。

[0124] そして、採光開口部 72 から光ダクト 71 に取り込まれた自然光 901 は、上部反射板 71a と下部反射板 71b の間で反射して減衰しながら光出射

開口部 7 3 に導かれ、導入間接光 9 0 3 として坑口 1 0 a に照射され、トンネル 1 0 の内部における坑口 1 0 a の近傍の道路 1 1 の路面が照明される。

なお、光ダクトにおける光の反射方向を上下に限定するものではない。

[0125] このため、本実施例 1 3 のトンネル入口部照明システム 2 0 Q の場合には、トンネル 1 0 における複数の照明灯具 2 2 のうち、坑口 1 0 a の近傍側の導入間接光照射範囲 L B では照明灯具 2 2 の設置が省略されている。

[0126] すなわち、本実施例 1 3 の予順応構造物 1 2 Q では、道路 1 1 において、光ダクト 7 1 の陰になる領域の路面では間接光 9 0 2 によって照明され、光出射開口部 7 3 の下側およびトンネル 1 0 の坑口 1 0 a の近傍では導入間接光 9 0 3 によって照明される。

[0127] 本実施例 1 3 の場合、導入間接光 9 0 3 は間接光 9 0 2 よりも弱くなるように、光ダクト 7 1 の形状が設定されている。

[0128] これにより、予順応区間 L A においては、間接光 9 0 2 および導入間接光 9 0 3 によって、上述の図 4 の予順応区間照明曲線 C 1 に近似した路面輝度分布が実現され、さらに、トンネル入口部照明曲線 C 2 のうち、坑口 1 0 a に近い側の導入間接光照射範囲 L B の路面輝度分布が導入間接光 9 0 3 によって賄われる。

[0129] すなわち、本実施例 1 3 の光ダクト 7 1 を含む予順応構造物 1 2 Q を備えたトンネル入口部照明システム 2 0 Q によれば、入口照明に人工照明を用いるトンネルにおいて、図 4 に例示される予順応区間照明曲線 C 1 とトンネル入口部照明曲線 C 2 の関係を光ダクト 7 1 の設置によって実現して、入口照明としての性能を維持しつつ、大幅な省エネルギーを実現することが可能なトンネル入口照明技術を提供することができる。

[0130] また、坑口 1 0 a の近傍の照明灯具 2 2 の設置を省略できるので、トンネル 1 0 の照明設備の設置費用や、維持管理費用も削減される。

(実施例 1 4)

図 1 8 は、本発明の実施例 1 4 であるトンネル入口部照明システムの構成例を示す略側断面図である。

- [0131] この実施例 14 のトンネル入口部照明システム 20 R は、上述の実施例 13 の予順応構造物 12 Q としての光ダクト 71 の光出射開口部 73 の側を、トンネル 10 の坑口 10 a から、所定の挿入距離 L C だけ差し入れるように配置した予順応構造物 12 R を備えている。
- [0132] すなわち、この実施例 14 の予順応構造物 12 R の場合には、光ダクト 71 が坑口 10 a の内部に差し入れられる挿入距離 L C の分だけ、トンネル 10 の外側における予順応区間 L A の距離を短縮できる、という利点がある。
- [0133] また、上述の導入間接光照射範囲 L B と挿入距離 L C の和の分だけ、トンネル 10 における坑口 10 a の近傍の照明灯具 22 の設置を省略して導入間接光 903 に置換でき、省エネルギーおよび設置コストの削減を実現できる。
- [0134] 上述の説明では、便宜上、個々の実施例を個別に説明したが、複数の実施例を組み合わせることも可能である。
- [0135] たとえば、上述の図 6 に例示した太陽電池パネル 21 を、上述の図 11 に例示したルーバ 41 に置き換えた構成としてもよい。
- [0136] また、上述の図 6 に例示した太陽電池パネル 21 を、上述の図 14 に例示した太陽電池一体型ルーバ 61 に置き換えた構成としてもよい。
- [0137] 上述の図 7 に例示された太陽電池パネル 21 を、上述の図 11 のルーバ 41 に置き換えた構成としてもよい。
- [0138] 上述の図 7 に例示された太陽電池パネル 21 を、上述の図 14 に例示した太陽電池一体型ルーバ 61 に置き換えた構成としてもよい。
- [0139] なお、本発明は、上述の実施の形態に例示した構成に限らず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

産業上の利用可能性

- [0140] 入口照明に人工照明を用いるトンネルにおいて、入口照明としての性能を維持しつつ、大幅な省エネルギーを実現することが可能なトンネル入口照明技術を提供することができる。

符号の説明

- [0141] 10 トンネル

- 1 0 a 坑口
- 1 0 b 入口照明
- 1 0 c 基本照明
- 1 1 道路
- 1 2 予順応構造物
- 1 2 A 予順応構造物
- 1 2 B 予順応構造物
- 1 2 C 予順応構造物
- 1 2 D 予順応構造物
- 1 2 E 予順応構造物
- 1 2 F 予順応構造物
- 1 2 G 予順応構造物
- 1 2 H 予順応構造物
- 1 2 J 予順応構造物
- 1 2 K 予順応構造物
- 1 2 L 予順応構造物
- 1 2 M 予順応構造物
- 1 2 Q 予順応構造物
- 1 2 R 予順応構造物
- 2 0 トンネル入口部照明システム
- 2 0 A トンネル入口部照明システム
- 2 0 B トンネル入口部照明システム
- 2 0 C トンネル入口部照明システム
- 2 0 D トンネル入口部照明システム
- 2 0 E トンネル入口部照明システム
- 2 0 F トンネル入口部照明システム
- 2 0 G トンネル入口部照明システム
- 2 0 H トンネル入口部照明システム

- 2 0 J トンネル入口部照明システム
- 2 0 K トンネル入口部照明システム
- 2 0 L トンネル入口部照明システム
- 2 0 M トンネル入口部照明システム
- 2 0 Q トンネル入口部照明システム
- 2 0 R トンネル入口部照明システム
- 2 1 太陽電池パネル
 - 2 1 a 調光間隙
 - 2 1 b 躯体
- 2 2 照明灯具
 - 2 2 a 人工照明光
- 2 3 配線
 - 2 3 a 分岐配線
- 2 4 制御装置
 - 2 4 a 制御配線
- 2 5 照度計
 - 2 5 a 信号配線
- 2 6 輝度計
 - 2 6 a 信号配線
- 2 7 傾動制御装置
- 3 0 躯体
 - 3 1 可動式太陽電池パネル
 - 3 1 a 調光間隙
 - 3 1 b 揺動軸
 - 3 2 透過型太陽電池パネル
- 4 0 躯体
 - 4 1 ルーバ
 - 4 1 a 調光間隙

- 5 0 躯体
- 5 1 可動式ルーバ
 - 5 1 a 調光間隙
- 5 2 ルーバ揺動軸
- 6 0 躯体
- 6 1 太陽電池一体型ルーバ
 - 6 1 a 調光間隙
- 6 2 太陽電池一体型可動式ルーバ
- 6 3 ルーバ揺動軸
- 7 0 躯体
- 7 1 光ダクト
 - 7 1 a 上部反射板
 - 7 1 b 下部反射板
- 7 2 採光開口部
- 7 3 光出射開口部
- 9 0 0 太陽
- 9 0 1 自然光
- 9 0 2 間接光
- 9 0 3 導入間接光
- C 0 トンネル入口部照明曲線（従来例）
- C 1 予順応区間照明曲線図
- C 2 トンネル入口部照明曲線（本発明）
- L₂₀ 野外輝度
- L A 予順応区間
- L B 導入間接光照射範囲
- L C 挿入距離

請求の範囲

- [請求項1] トンネル坑口手前の道路に設けられ、自然光による路面の自然照明光量が前記トンネル入口部に向かう方向に漸減する予順応区間を構成する予順応構造物と、
- 前記トンネル坑口手前の予順応構造物内における前記自然照明光量に応じてトンネル坑口より進行方向の照明光量分布を形成する入口照明手段と、
- を具備したことを特徴とするトンネル入口部照明システム。
- [請求項2] 請求項1記載のトンネル入口部照明システムにおいて、
- 前記予順応構造物は前記自然光によって電流を発生する太陽電池からなり、
- 前記入口照明手段は、前記太陽電池に接続され、前記トンネル奥行き方向に配列された複数の可変光量照明灯具からなることを特徴とするトンネル入口部照明システム。
- [請求項3] 請求項2記載のトンネル入口部照明システムにおいて、
- さらに、前記入口照明手段は、前記トンネル入口部における前記路面の明るさを検出する光センサと、前記光センサから検出される前記路面の明るさに基づいて前記可変光量照明灯具の発光量を制御する制御装置とを含む、
- ことを特徴とするトンネル入口部照明システム。
- [請求項4] 請求項1記載のトンネル入口部照明システムにおいて、
- 前記予順応構造物は、取り付け角度が可変な可動式太陽電池からなり、
- 前記入口照明手段は、前記太陽電池に接続され、前記トンネル奥行き方向に配列された複数の可変光量照明灯具からなることを特徴とするトンネル入口部照明システム。
- [請求項5] 請求項4記載のトンネル入口部照明システムにおいて、
- 前記自然光の照射方向の時間的な変化に応じて前記可動式太陽電池

の前記取り付け角度を変化させる角度制御装置を備えたことを特徴とするトンネル入口部照明システム。

[請求項6] 請求項 1 から請求項 5 の何れか 1 項に記載のトンネル入口部照明システムにおいて、

前記太陽電池は、透過型太陽電池パネルからなり、透過率の異なる複数の透過型太陽電池パネルを組み合わせからなることを特徴とするトンネル入口部照明システム。

[請求項7] 請求項 1 記載のトンネル入口部照明システムにおいて、

前記予順応構造物は、ルーバからなることを特徴とするトンネル入口部照明システム。

[請求項8] 請求項 7 記載のトンネル入口部照明システムにおいて、

前記ルーバは、取り付け角度が可変な可動式ルーバからなることを特徴とするトンネル入口部照明システム。

[請求項9] 請求項 8 記載のトンネル入口部照明システムにおいて、

前記自然光の照射方向の時間的な変化に応じて前記可動式ルーバの前記取り付け角度を変化させる角度制御装置を備えたことを特徴とするトンネル入口部照明システム。

[請求項10] 請求項 7 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載のトンネル入口部照明システムにおいて、

前記ルーバは太陽電池パネルで構成されることを特徴とするトンネル入口部照明システム。

[請求項11] 請求項 1 記載のトンネル入口部照明システムにおいて、

前記予順応構造物は、前記自然光を取り込む採光部および前記採光部から取り込まれた前記自然光を前記トンネル坑口の前路面に照射する光出力部を具備した光ダクトからなることを特徴とするトンネル入口部照明システム。

[請求項12] 請求項 1 1 記載のトンネル入口部照明システムにおいて、

前記光ダクトの前記光出力部は、前記トンネル坑口よりもトンネル

内部側に挿入され、前記入口照明手段の一部を構成することを特徴とするトンネル入口部照明システム。

[請求項13] 請求項1記載のトンネル入口部照明システムにおいて、
前記光ダクトの前記光出力部は、前記トンネル坑口よりもトンネル内部側に挿入され、前記予順応区間の一部を構成することを特徴とするトンネル入口部照明システム。

[請求項14] 請求項1から請求項13のいずれか1項に記載のトンネル入口部照明システムにおいて、

前記予順応区間の延長を、前記道路を通行する車両の設計速度に応じた視距とすることを特徴とするトンネル入口部照明システム。

[請求項15] 請求項1から請求項14のいずれか1項に記載のトンネル入口部照明システムにおいて、

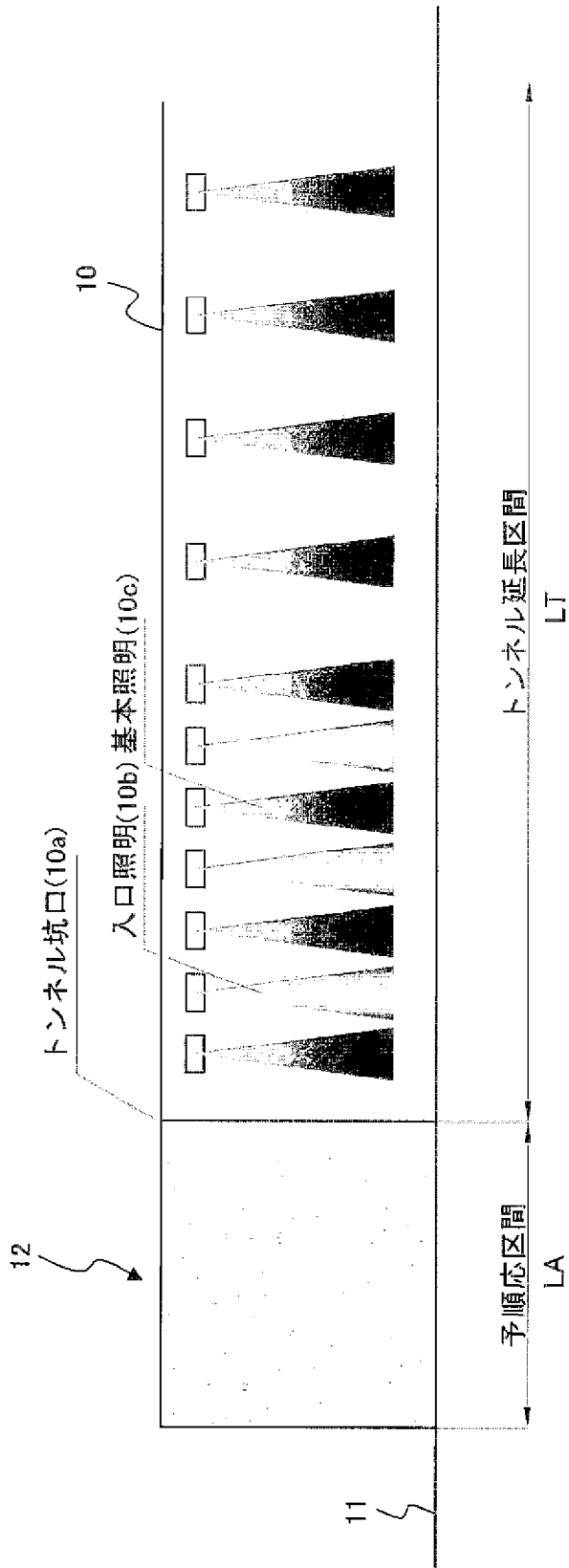
0.01を超え0.1未満の係数を k とすると、

前記予順応区間は前半 $1/2$ の区間の路面輝度は野外輝度 $L_{20} \times k$ 、前記予順応区間の後半 $1/2$ の区間の終端の路面輝度は野外輝度 $L_{20} \times 0.4k$ とすることを特徴とするトンネル入口部照明システム。

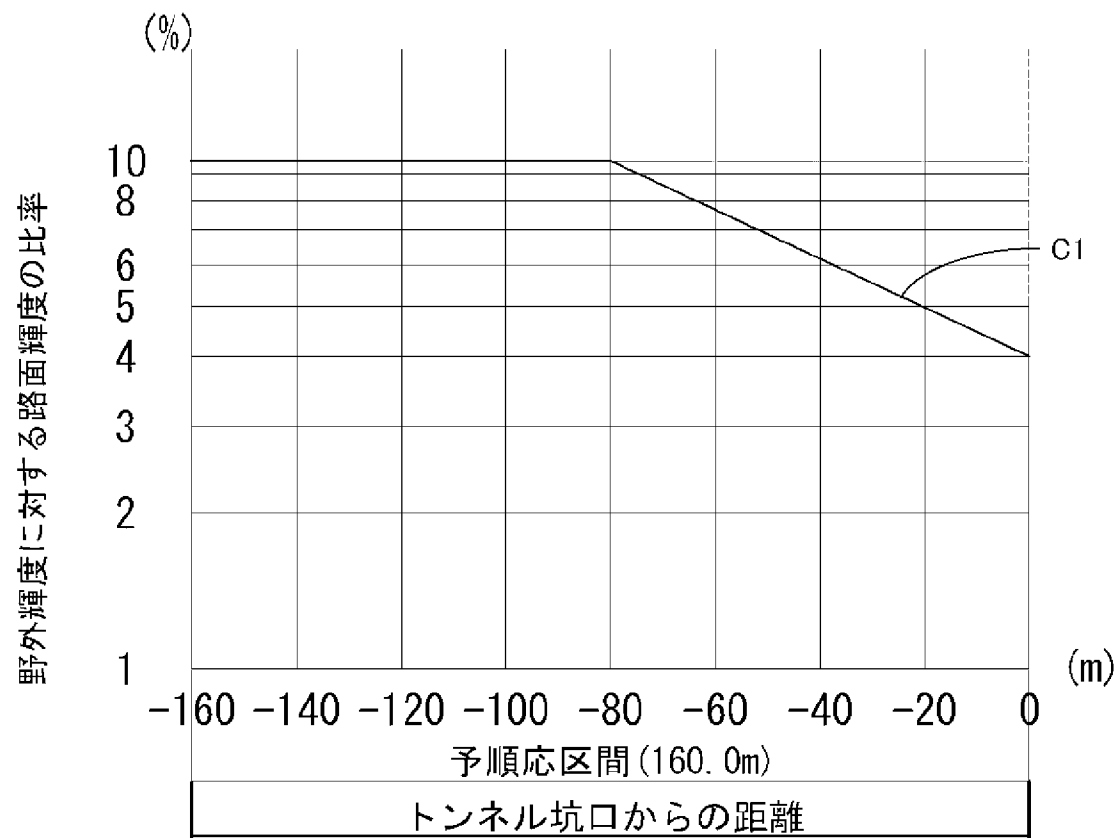
[請求項16] 請求項15記載のトンネル入口部照明システムにおいて、
前記トンネル入口部に最も近い前記入口照明手段の所要輝度は野外輝度 $L_{20} \times 0.2k$ とすることを特徴とするトンネル入口部照明システム。

[図1]

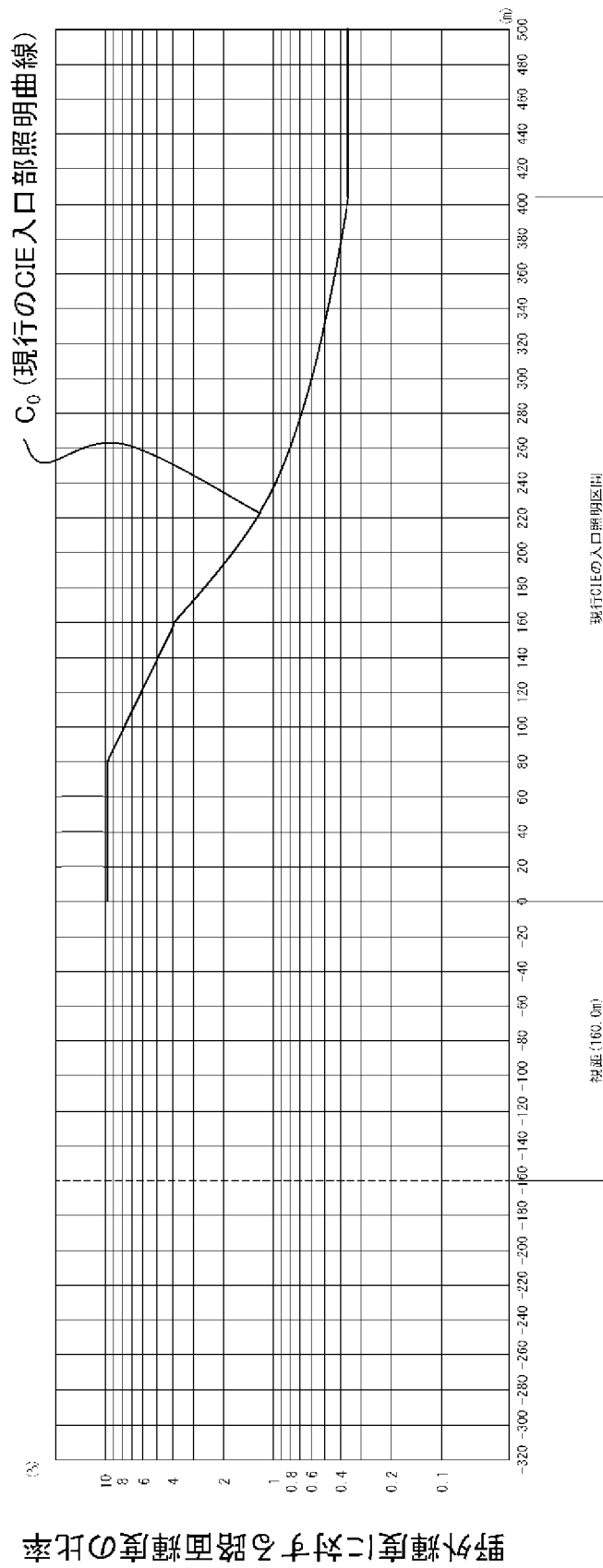
20



[図2]

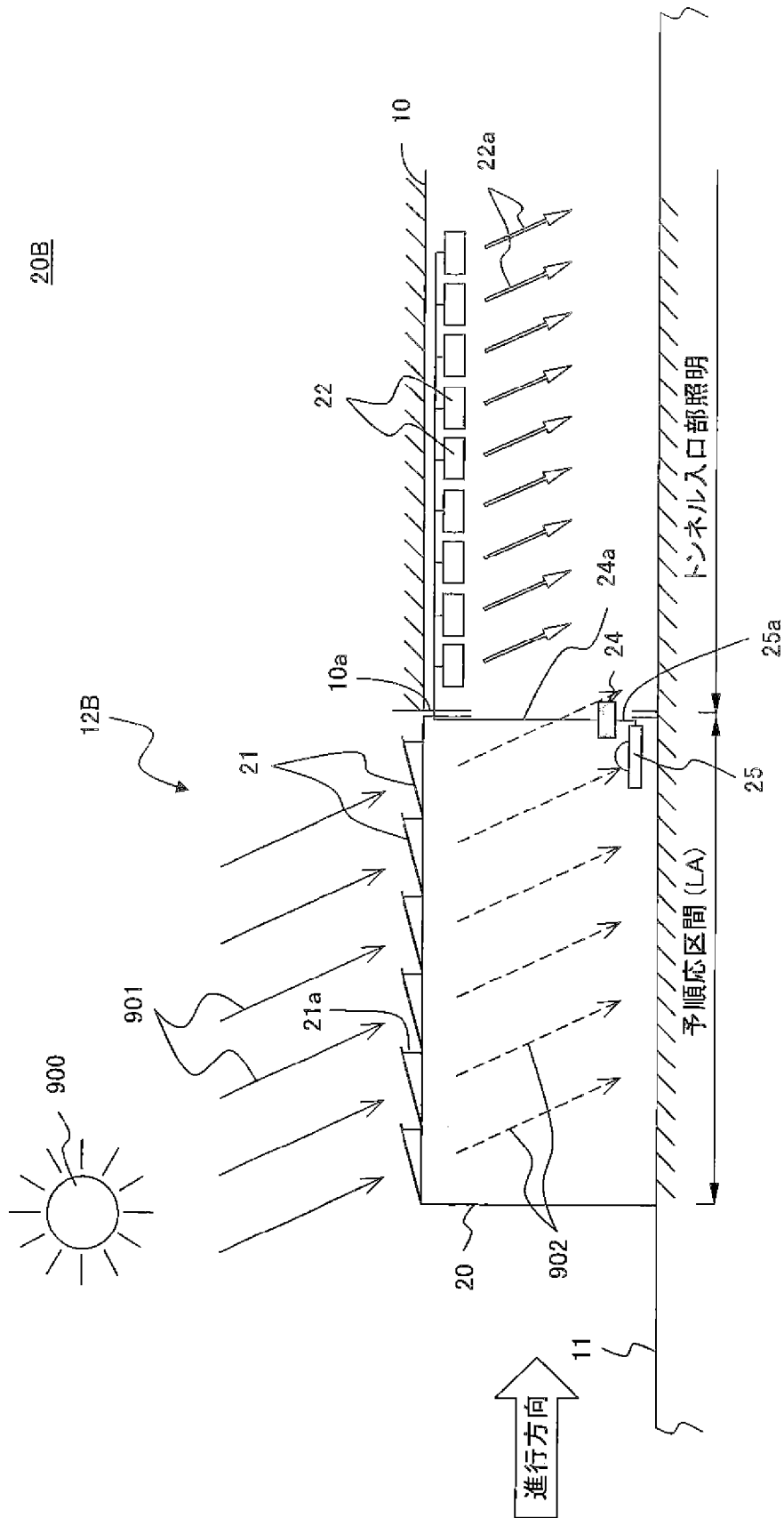


[図3]

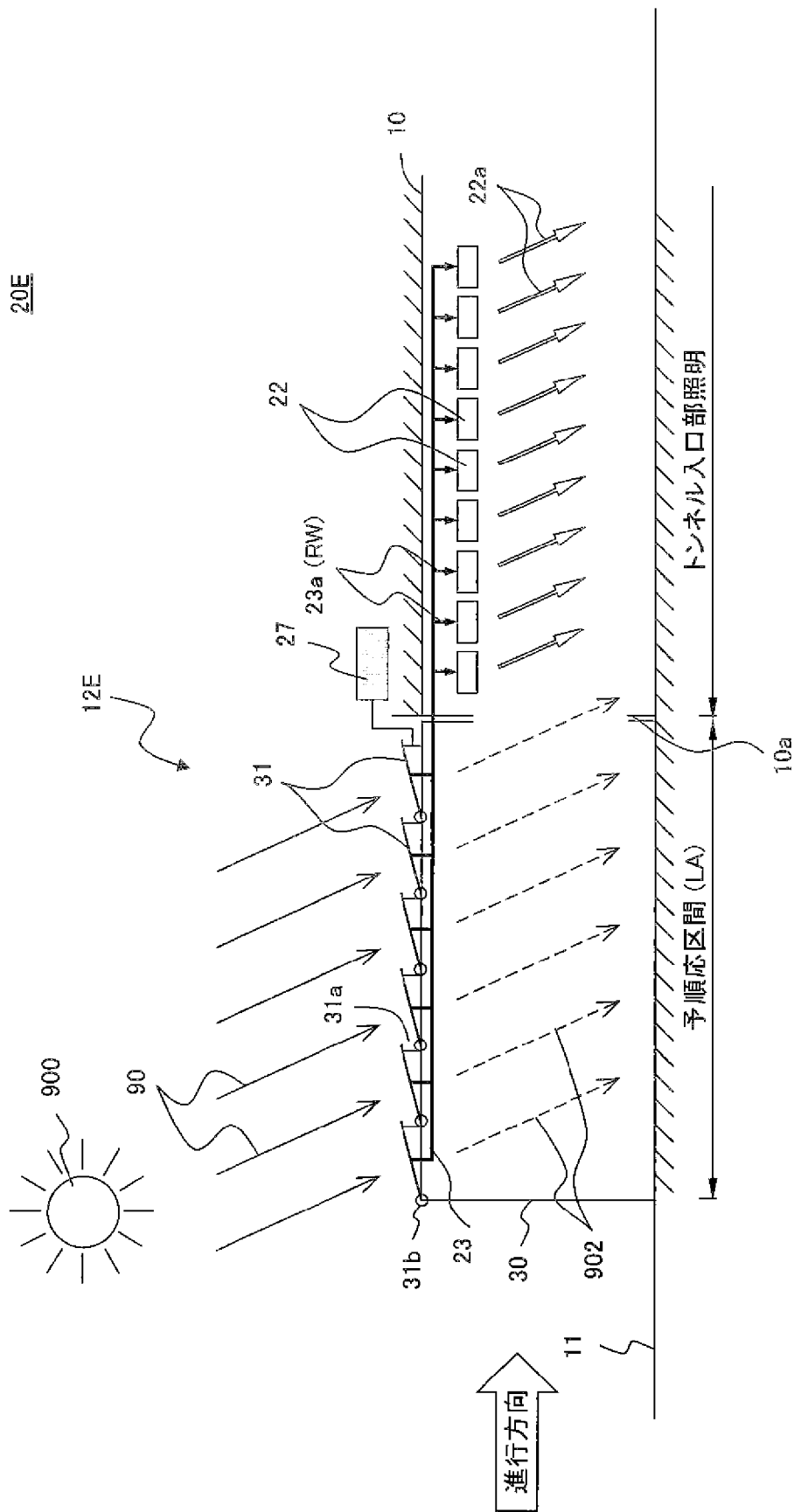


トンネル坑口からの距離

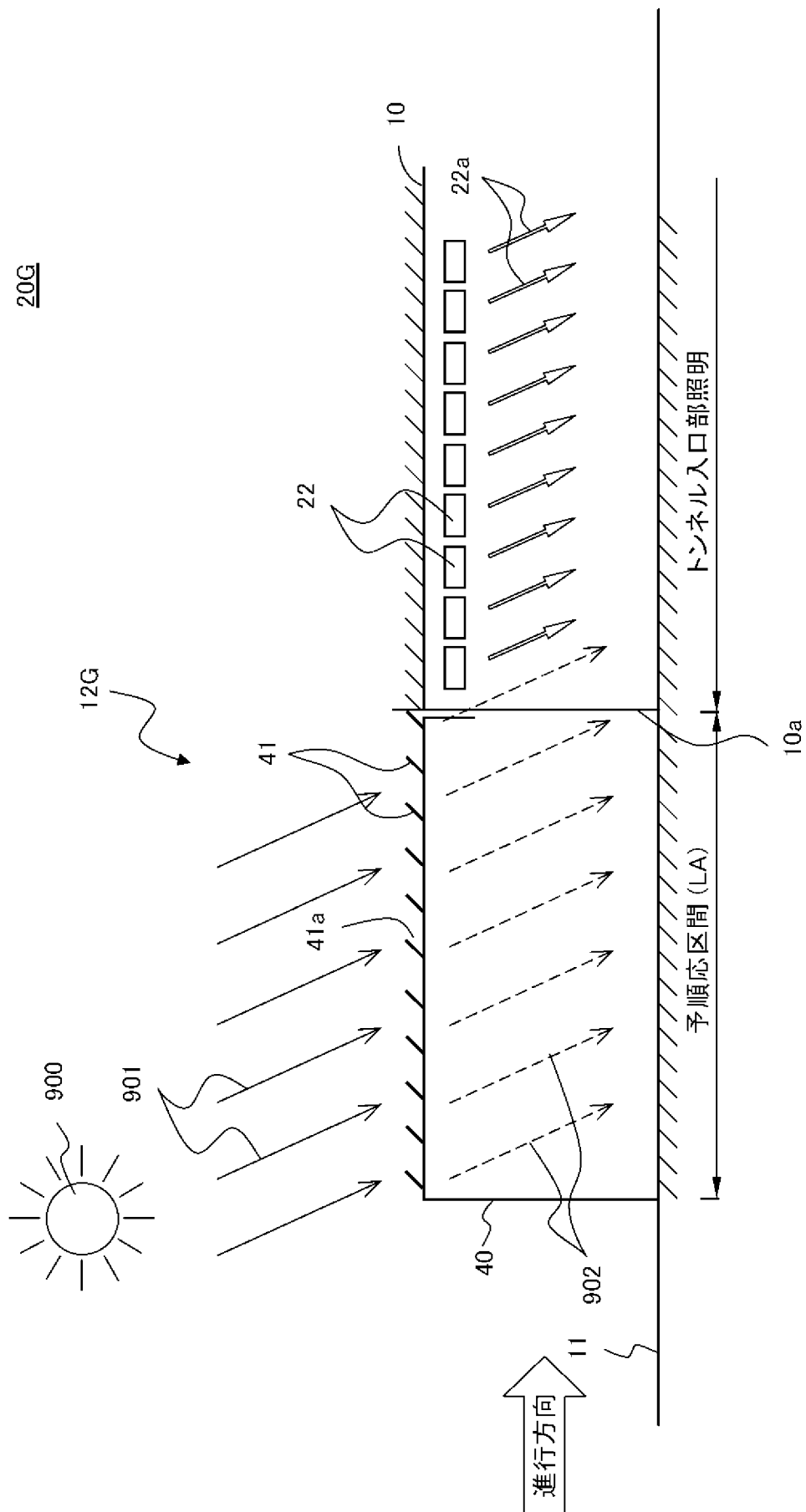
[図6]



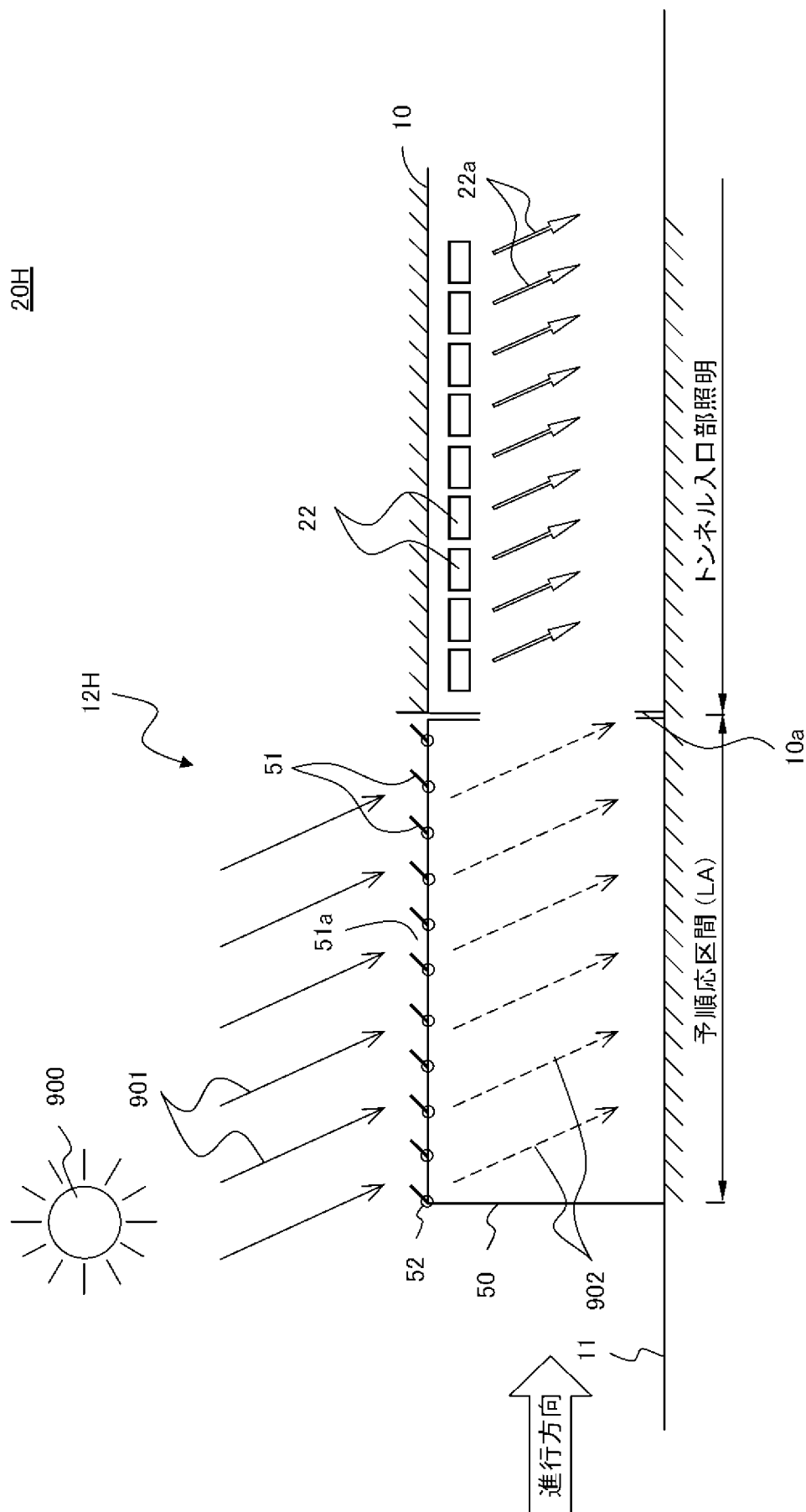
[図9]



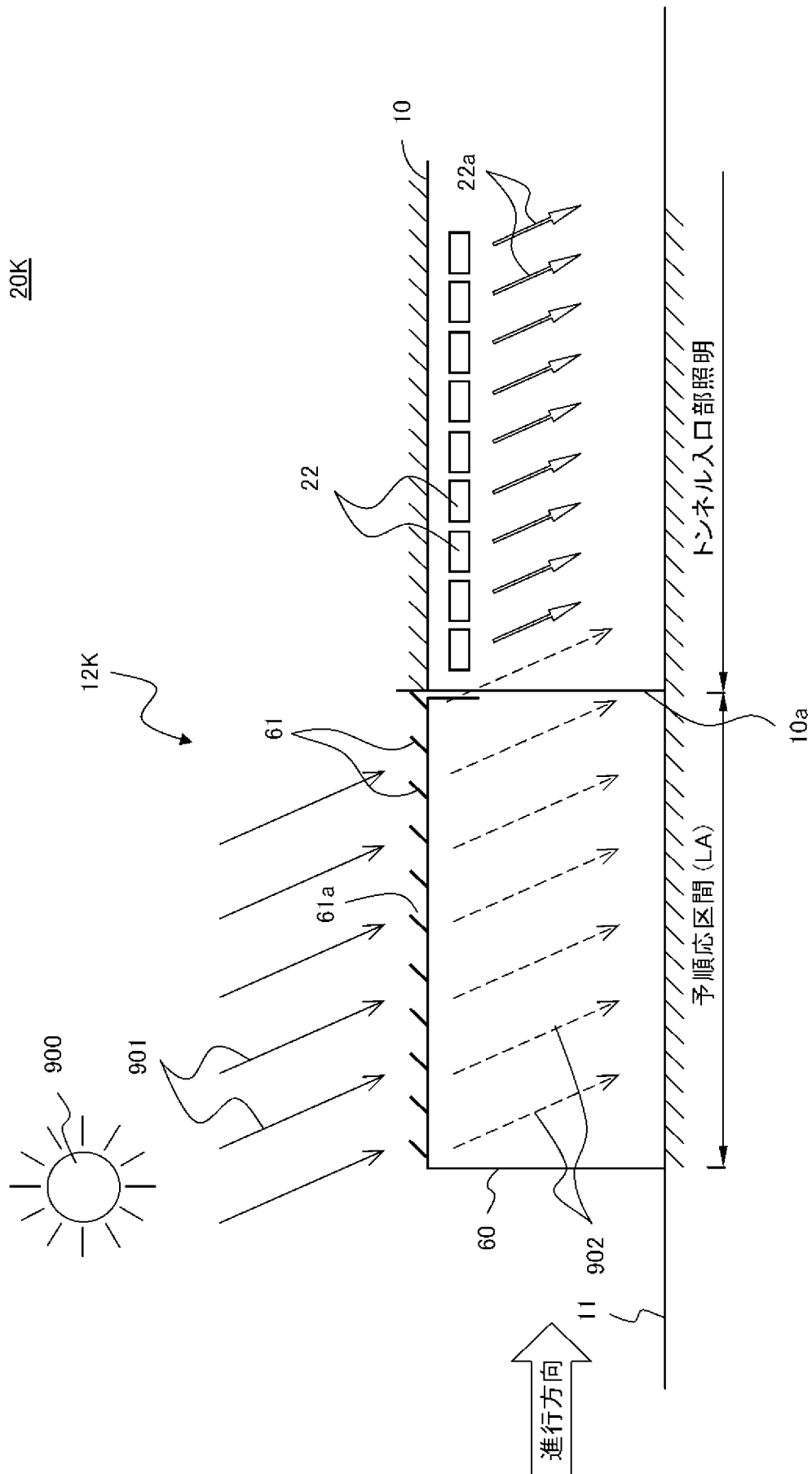
[図11]



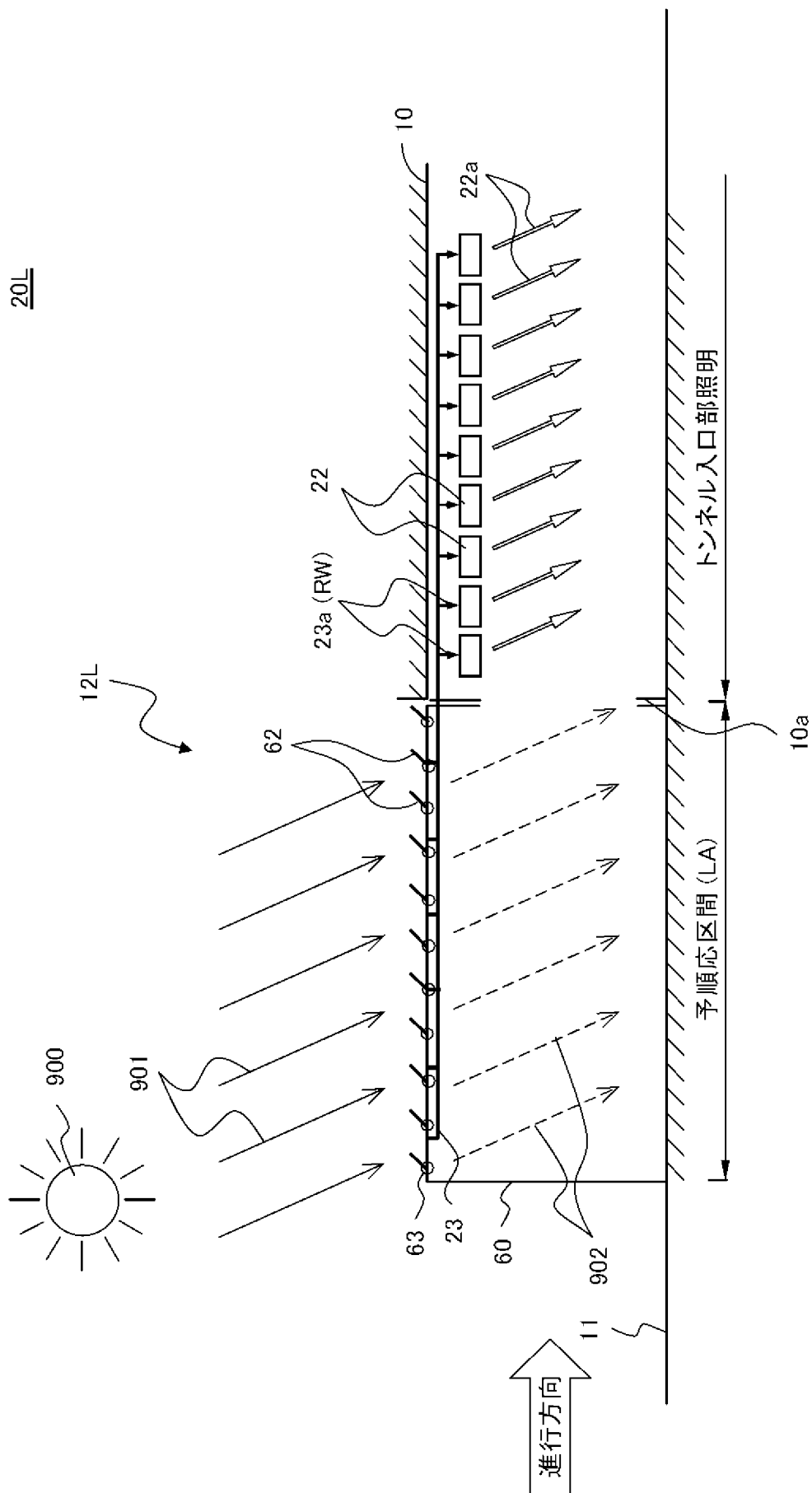
[図12]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/058117

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B37/02(2006.01)i, F21S2/00(2006.01)i, F21S9/03(2006.01)i, F21S11/00
(2006.01)i, F21V11/04(2006.01)i, F21Y101/02(2006.01)n, F21Y105/00
(2006.01)n

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, F21S2/00, F21S9/03, F21S11/00, F21V11/04, F21Y101/02,
F21Y105/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
X Y A	JP 59-165304 A (Toshiba Electric Equipment Corp.), 18 September 1984 (18.09.1984), claims; fig. 1, 2 (Family: none)	1, 7, 14-16 2-6, 8, 11-13 9, 10
X Y A	JP 2010-65467 A (Kabushiki Kaisha Keinan), 25 March 2010 (25.03.2010), paragraphs [0042] to [0045]; fig. 2 (Family: none)	1, 14-16 2-6, 11-13 7-10
Y	JP 9-22610 A (Fujita Corp.), 21 January 1997 (21.01.1997), paragraph [0017]; fig. 1, 2 (Family: none)	2-6



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

27 April, 2012 (27.04.12)

Date of mailing of the international search report

15 May, 2012 (15.05.12)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/058117

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-18467 A (Iwasaki Electric Co., Ltd.), 27 January 2011 (27.01.2011), paragraph [0019] (Family: none)	3
Y	JP 2001-241299 A (Obayashi Corp., Chukoh Chemical Industries, Ltd.), 04 September 2001 (04.09.2001), paragraph [0003] (Family: none)	8
Y	JP 3109422 U (Nikken Sekkei Ltd., Teisei Engineering Co., Ltd., Marubeni-Itochu Techno Steel Inc., Material House Co., Ltd.), 30 March 2005 (30.03.2005), paragraphs [0009] to [0014]; fig. 1, 2 (Family: none)	11-13

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, F21S2/00(2006.01)i, F21S9/03(2006.01)i, F21S11/00(2006.01)i, F21V11/04(2006.01)i, F21Y101/02(2006.01)n, F21Y105/00(2006.01)n		
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, F21S2/00, F21S9/03, F21S11/00, F21V11/04, F21Y101/02, F21Y105/00		
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 日本国公開実用新案公報 日本国実用新案登録公報 日本国登録実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 1 9 7 1 - 2 0 1 2 年 1 9 9 6 - 2 0 1 2 年 1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
X Y A	JP 59-165304 A（東芝電材株式会社）1984.09.18, 特許請求の範囲, 第1, 2図（ファミリーなし）	1, 7, 14-16 2-6, 8, 11-13 9, 10
X Y A	JP 2010-65467 A（株式会社恵南）2010.03.25, 【0042】－【0045】, 図2（ファミリーなし）	1, 14-16 2-6, 11-13 7-10
☒ 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 2 7 . 0 4 . 2 0 1 2	国際調査報告の発送日 1 5 . 0 5 . 2 0 1 2	
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） 米山 毅 電話番号 03-3581-1101 内線 3372	3 X 9 3 2 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
Y	JP 9-22610 A (株式会社フジタ) 1997.01.21, 【0017】, 図1, 2 (ファミリーなし)	2-6
Y	JP 2011-18467 A (岩崎電気株式会社) 2011.01.27, 【0019】 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2001-241299 A (株式会社大林組, 中興化成工業株式会社) 2001.09.04, 【0003】 (ファミリーなし)	8
Y	JP 3109422 U (株式会社日建設計, 大成エンジニアリング株式会社, 伊藤忠丸紅テクノスチール株式会社, 株式会社マテリアルハウス) 2005.03.30, 【0009】 - 【0014】, 図1, 2 (ファミリーなし)	11-13