

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6067674号
(P6067674)

(45) 発行日 平成29年1月25日(2017.1.25)

(24) 登録日 平成29年1月6日(2017.1.6)

(51) Int. Cl. F I
H05B 37/02 (2006.01) H05B 37/02 H

請求項の数 14 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2014-503251 (P2014-503251)	(73) 特許権者	516043960 フィリップス ライティング ホールディング ビー ヴィ オランダ国 5656 アーエー アイントホーフェン ハイ テク キャンパス 45
(86) (22) 出願日	平成24年4月2日(2012.4.2)	(74) 代理人	110001690 特許業務法人M&Sパートナーズ
(65) 公表番号	特表2014-513396 (P2014-513396A)	(72) 発明者	パンダリパンデ アシシュ ヴィジャイ オランダ国 5656 アーエー アイントホーフェン ハイ テク キャンパスビルディング 44
(43) 公表日	平成26年5月29日(2014.5.29)		
(86) 国際出願番号	PCT/IB2012/051599		
(87) 国際公開番号	W02012/137125		
(87) 国際公開日	平成24年10月11日(2012.10.11)		
審査請求日	平成27年3月31日(2015.3.31)		
(31) 優先権主張番号	11161051.5		
(32) 優先日	平成23年4月4日(2011.4.4)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数の光源の照明制御のためのデバイス及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

作業空間において空間照度を与えるように設けられた複数の光源の調光レベルを設定する照明コントローラであって、目標の電力レベル又は目標の電力低減に向かって複数の光源からの電力消費を低減するように及び前記作業空間において目標の空間照度を与えるように、前記目標の電力レベル又は前記目標の電力低減についての情報に基づいて、前記複数の光源のそれぞれに対して調光レベルを決定するプロセッサを有し、

前記プロセッサが、更に、前記目標の電力レベル又は前記目標の電力低減に基づいて、以下のデータ、すなわち、前記目標の空間照度、前記作業空間における周囲の照度、前記作業空間における周囲の照度を制御するブラインドの設定に関するブラインドコントローラからのデータ、及び、前記目標の空間照度からの空間照度の許容可能な差異を表すコントラストの閾値の少なくとも1つに摂動を与えて最適化問題を解くことにより前記複数の光源のそれぞれに対して前記調光レベルを決定する、当該照明コントローラ。

【請求項 2】

決定された前記調光レベルを前記複数の光源のそれぞれに伝送する送信器を更に有する、請求項 1 記載の照明コントローラ。

【請求項 3】

前記作業空間における周囲の照度に関する昼光センサからの周辺データ、前記ブラインドコントローラからの前記ブラインドの設定に関する周辺データ及び存在センサからの前記作業空間内の人の在 / 不在に関する周辺データの少なくとも1つを受け取る受信器を更

に有する、請求項 1 又は 2 記載の照明コントローラ。

【請求項 4】

前記作業空間における前記目標の空間照度が、照度の表現の質についての保証及びその制限を含む情報に基づいている、請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の照明コントローラ。

【請求項 5】

前記作業空間における前記目標の空間照度が、
前記作業空間の使用領域についての照度のレベル、
前記作業空間の非使用領域についての照度のレベル及び
前記作業空間内のその場に居る人の位置の周囲の前記使用領域を規定する範囲
の少なくとも 1 つに基づき、請求項 4 記載の照明コントローラ。

10

【請求項 6】

前記プロセッサが、前記作業空間における使用の程度に関する周辺データを考慮して前記光源の調光レベルを決定する、請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の照明コントローラ。

【請求項 7】

前記電力レベル又は電力低減についての情報が期間を含む要求であり、前記プロセッサは、更に、前記期間中、前記複数の光源のそれぞれに関して決定された調光レベルを維持する、請求項 1 ないし 6 のいずれか一項に記載の照明コントローラ。

【請求項 8】

前記プロセッサが、更に、前記複数の光源のそれぞれの現在の調光レベルを用いて、設定されるべき前記複数の光源それぞれの調光レベルを決定する、請求項 1 ないし 7 のいずれか一項に記載の照明コントローラ。

20

【請求項 9】

前記プロセッサが、更に、前記少なくとも 1 つのデータから連続的にデータを選択し、次第に増加するステップにおいて選択された前記データに振動を与えて最適化問題を解くことにより前記複数の光源のそれぞれに対して調光レベルを決定する、請求項 1 ないし 8 のいずれか一項に記載の照明コントローラ。

【請求項 10】

前記振動が、正の値である、請求項 1 ないし 9 のいずれか一項に記載の照明コントローラ。

30

【請求項 11】

前記昼光センサ及び/又は前記存在センサが、前記作業空間に関連する種々の詳細度でデータを与える、請求項 3 又は請求項 3 に従属する請求項 4 ないし 10 のいずれか一項に記載の照明コントローラ。

【請求項 12】

少なくとも 1 つの光源と、
請求項 1 ないし 11 のいずれか一項に記載の照明コントローラと
を有する、照明システム。

【請求項 13】

昼光センサ、存在センサ及びブラインドコントローラの少なくとも 1 つを更に有する、請求項 12 記載の照明システム。

40

【請求項 14】

作業空間において空間照度を与える複数の光源の調光レベルを設定する方法であって、
目標の電力レベル又は目標の電力低減に向かって複数の光源からの電力消費を低減するように及び前記作業空間において目標の空間照度を与えるように、目標の電力レベル又は目標の電力低減についての情報に基づいて、前記複数の光源のそれぞれに対して調光レベルを決定するステップを有し、

前記目標の電力レベル又は前記目標の電力低減に基づいて、以下のデータ、すなわち、
前記目標の空間照度、前記作業空間における周囲の照度、前記作業空間における周囲の照

50

度を制御するブラインドの設定に関するブラインドコントローラからのデータ、及び、前記目標の空間照度からの空間照度の許容可能な差異を表すコントラストの閾値の少なくとも1つに摂動を与えて最適化問題を解くことにより前記複数の光源のそれぞれに対して前記調光レベルを決定するステップを更に有する、当該方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の光源（又は照明源）の（新しい）調光レベルを設定するデバイス及び複数の光源の（新しい）調光レベルを設定する方法に関する。また、本発明は、上記デバイスを有する照明システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

照明システムは、建物内のエネルギー及びより一般的には都市基盤におけるエネルギーの大部分を消費することが知られており、例えば、エネルギー情報局（Energy Information Administration）の2003年の「Commercial Buildings Energy Consumption Survey」を参照されたい。知られているように、照明システムの集中的な動作は、エネルギーの高い消費を招く。また、電気自動車のような新しいエネルギー消費物が広まっているので、エネルギー消費のパターンはより動的になっており、これは、やがて負荷管理をより多く必要とすることになる。更に、近年、再生可能なエネルギー源が電力供給網に組み込まれているので、電気の生成はより動的になるであろう。これらの傾向は、電気の需要及び/又は消費の複雑な短い持続時間のピーク及びオフピークを引き起こす。従って、今後の電力網では、動的負荷の管理がますます難しく、重要になるであろう。知られているように、動的負荷の管理は、例えば、動的需要及びデマンドレスポンスのような技術を有しており、より具体的な説明については、例えば、J.A.Short, D.G.Infield and L.L.Freri s, "Stabilization of grid frequency through dynamic demand control," IEEE Transactions on Power systems, pp.1284-1293, 2007及び/又はA.Ipakchi and F.Albuyeh, "Grid of the future," IEEE Power and Energy Magazine, pp.52-62, 2009を参照されたい。

20

【0003】

動的需要は、電力網のストレス状態に対処するためにデバイスを受動的に閉じることを含んでいる。一方、デマンドレスポンスは、消費者に対するデバイスのシャットダウンの明示的な要求を含んでいる。どちらのケースにおいても、動的需要及びデマンドレスポンスのメカニズムは、電気の生成/供給の動的変化に応じるためにエネルギー消費の釣り合いをとる必要がある。

30

【0004】

電気公益事業会社は、負荷分散（load balancing）を実現し、消費者に対してピーク需要時に負荷を減らす又はシフトさせるように勧める際、幾つかの技術的課題に直面している。近年、電力網全体にわたってエネルギー消費のより高い柔軟性を可能にする制御及び接続性の検知及び監視に関して幾つかの技術が開発されている。従って、例えば動的需要又はデマンドレスポンスのような動的負荷の管理技術は、電力供給網において最もよく用いられる技術である。

40

【0005】

照明システムは、動的負荷の管理を可能にする制御可能な負荷として魅力的である。制御可能な負荷を伴う照明システムでは、負荷の軽減が、より予測可能であり実質的なやり方で行われ得る。一般に、照明制御システムは、既知であり、文献に説明されている。

【0006】

例えば、Lighting Research Program: Project 3.2 Energy Efficient Load-Shedding Lighting Technology Final Report, California Energy Commission Public Interest Energy Research Program, October 2005, CEC-500-2005-141-A6には、ランプ又は照明デバイスが、或る期間にわたって或る量だけ負荷制限（load shedding）バラストを用いて減光されることが記載されている。上記負荷制限バラストは、照明システムが費用対効果

50

の高い電力デマンドレスポンスを与えることを可能にする。上記刊行物によれば、全てのランプが負荷制限の要求の下で減光され、上記手法は、予め設定された値に基づくものであり、静的開ループ制御の解決策を与える。しかしながら、そのような解決策は、短い持続期間その場に居る人に受け入れられ、少量の調光である。しかしながら、ユーザが上記制御ループ内に存在しない時には、より長い持続時間の低い調光レベルが、その場に居る人の快適さ及び生産性に影響を及ぼす。更に、上記解決策は、照明システムに対して異なる照明状態の要求を持つ全てのユーザには受け入れられない。

【 0 0 0 7 】

例えば、米国特許第 7 7 4 7 3 5 7 B 2 号公報には、負荷制限のメッセージを送受信する通信方法が説明されている。一方、米国特許公開 US 2 0 1 0 / 0 1 1 7 6 2 0 A 1 公報には、負荷制限の要求及び設定閾値に基づいて電力消費を自動的に減少させる方法が説明されている。

10

【 発 明 の 概 要 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

【 0 0 0 8 】

種々の照明制御方法が知られているが、スマート照明の制御のための新しいデバイス、方法及び / 又はシステムが必要である。

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、照明システムの制御を改善するやり方を提供することにある。

【 0 0 1 0 】

20

本発明の目的は、また、動的負荷管理（例えば、デマンドレスポンス）のサービスがスマートグリッドにおいて予測可能であり実質的なやり方で提供され得るスマート照明の制御のための新しいデバイス、方法及び / 又はシステムを提供することにもある。更に、個人又は部屋環境に固有である照度の表現（illumination rendering）の質の保証を組み込んだデバイス、方法及び / 又はシステムを実現することは、有利である。

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

【 0 0 1 1 】

上記目的は、独立請求項の特徴によって達成される。

【 0 0 1 2 】

本発明は、照明システムが、電力供給網において動的負荷管理（例えば、デマンドレスポンス）のサービスを提供するために、そのセンシングを利用し、機能性を制御できるという理解を用いている。本発明は、照明デバイスの電力消費が低減されるように新しい調光レベルを決定するよう向けられる最適化問題の解を決定することにより照明システムの照明源の調光レベルを最適化する。最適化問題の解を決定する間、本発明は、種々のユーザに受け入れられる照度の表現の特定の保証及び種々の空間又は部屋における照度の要件の違いを考慮に入れる。本発明の照明制御により、予測可能であり効果的な負荷の低減が達成され得る。

30

【 0 0 1 3 】

個々の調光可能な照明器具又は光源の調光レベルは、それぞれ、例えば、センサ（例えば、昼光センサ、存在センサ等）から測定される（摂動）値及び / 又は他のコントローラ（例えば、ブラインドコントローラ）の（摂動）設定に基づいて、デマンドレスポンス信号に応じて又は負荷分散のために予測的に設定される。摂動を用いる時、摂動は、必要量及び照明状態の / 視覚的快適さにより電力低減のバランスを保つように選択され得る。摂動は、種々の照明コントローラにわたって異なって選択され得る。

40

【 0 0 1 4 】

本発明の一観点では、作業空間において空間照度を少なくとも部分的に与えるように設けられた複数の光源の調光レベルを設定する照明コントローラが提供される。この照明コントローラは、目標の電力レベル又は目標の電力低減に向かって複数の光源からの電力消費を低減し、上記作業空間において目標の空間照度を与えるように、目標の電力レベル又は目標の電力低減についての情報に基づいて、上記複数の光源のそれぞれに対して調光レ

50

ベルを決定するプロセッサを有している。

【0015】

上記「作業空間」という用語は、本明細書中では、光源が照明し得る領域又は領域のグループとして理解されるべきである。作業空間の例は、室内の書き物机、部屋自体又は更には幾つかの部屋若しくは区画を有する建物の床面全体である。

【0016】

減光された光源は、オンにされているが、減光されていない光源よりも低い程度で照明する。その結果、上記「調光レベル」という用語は、本明細書中では、減光されていない光の最大出力の割合を表すレベルとして理解されるべきである。低い調光レベルは、光源が高い調光レベルで照明している場合よりも光源が低い程度で照明していることを意味する。

10

【0017】

例えば目標の電力レベルに向かって光源の電力消費を低減し、作業空間において目標の空間照度を与えることにより光源の調光レベルを決定する利点は、エネルギー消費が低減される一方で、同時に、（例えば、ユーザ又は人間によって等の）作業空間において望まれる快適なレベル、安全性及び/又は照度の通りに、照明状態が作業空間に与えられることである。従って、或る光源の調光レベルは、光源によって影響を及ぼされる作業空間の目標の空間照度により光源の電力低減のバランスを保つように決定される。

【0018】

本発明の一形態では、上記プロセッサは、上記複数の光源の電力消費の低減についての要求から又は負荷分散のために予測的に目標の電力レベル又は目標の電力低減についての情報を得るように構成される。本発明の他の形態では、上記照明コントローラは、各決定された調光レベルを複数の光源のそれぞれに伝送する送信器を更に有している。

20

【0019】

上記「負荷分散のために予測的に」という表現により、本明細書中では、コントローラが、新しい調光レベルが適用された場合に電力消費の節約が達成されることを予め計算し、負荷分散の目的のために積極的にこれを知らせることが理解されるべきである。

【0020】

この形態の利点は、照明制御システムが、例えばデマンドレスポンス信号に応じて個々の調光可能な照明器具の調光レベルを設定するように構成され、これによって、より動的な負荷の管理を提供することである。

30

【0021】

本発明の更に他の形態によれば、上記照明制御システムは、上記作業空間における周囲の照度に関する昼光センサからの周辺データ、上記作業空間における周囲の照度を制御するブラインドコントローラからのブラインドの設定に関する周辺データ及び存在センサからの上記作業空間内の使用の程度に関する周辺データの少なくとも1つを受け取る受信器を更に有している。

【0022】

そのような周辺データを用いると、照明コントローラは、目標の電力レベル（又は目標の電力低減）及び目標の空間照度以外の他のデータを考慮することによってより効果的なやり方で調光レベルを設定することができる。これらの周辺データは、照明コントローラにより制御される各光源に又は部屋の環境に及び/又は光源により照明される当該領域に存在する物体又は人間に固有である。

40

【0023】

本発明の一形態では、上記作業空間における上記目標の空間照度は、照度の表現に関する保証を伴うサービス方針及びその制限により決定される。

【0024】

そのようなサービス方針は、照明の機能のタイプにわたって異なる（例えば、装飾照明と一般照明とによって異なる）。そのようなサービス方針は、例えば視覚的に快適なレベルに基づくユーザの好みに従って全体的（例えば、床又は建物全体）、局部的（例えば、

50

部屋)又は個々である。

【0025】

本発明の他の形態では、上記照度の表現に関する保証を伴うサービス方針は、上記作業空間の使用領域についての照度のレベル、上記作業空間の非使用領域についての照度のレベル及び上記作業空間内の使用場所の周囲の前記使用領域を規定する範囲の少なくとも1つを有している。

【0026】

この特徴の効果は、照度の要件が領域の使用状態に依存して変化することである。従って、そのような領域を照明する光源の調光レベルは、領域内の使用状態に依存して変化する。この形態の利点は、より低い調光レベルが、非使用領域を照明する光源に送られ、従って、光源により消費される電力を更に低減することである。同様に、より高い調光レベル(又は少なくとも目標の空間照度に対して十分な調光レベル)が、作業空間の使用領域を照明する光源に送られる。すなわち、より高機能のコントローラが与えられる。更に、目標の電力低減が、同じ程度まで使用領域を照明する光源を調光することなく達せられる。従って、使用領域内の作業空間における両方の目標の空間照度が与えられ、複数の光源の目標の電力レベルが達せられる。

【0027】

本発明の他の形態によれば、上記照度の表現に関する保証を伴うサービス方針は、調整可能(又は選択可能)であり、作業空間の照明の要求を変化させる又は設定するために光コントローラをよりフレキシブルにする。調整は、光源の1つ若しくは幾つかにより照明された書き物机において人間によって又は任意の他の好適なやり方で瞬時に行われる。調整は、所定のスケジューリングに従ってコントローラで手作業で行われることも可能であるし、任意の適切な種類の制御データ伝送を介して遠隔操作で行われることも可能である。

【0028】

本発明の一形態によれば、上記プロセッサは、作業空間における使用の程度に関する周辺データ、ブラインドの設定に関する周辺データ及び/又は作業空間における周囲の照明に関する周辺データを考慮して光源の調光レベルを決定する。

【0029】

例えば、光源により照明された領域の周囲の照明が相当である(例えば、その領域が日光が差し込んでいる窓の近くに位置する)場合、この光源の調光レベルは、当該領域の作業空間における必要な照明の下限に達することなく低く設定される(すなわち、目標の空間照度を依然として満足させる)。例えば、光源により照明される領域に近いブラインドのブラインド設定が閉じられるように設定された場合、本発明の照明コントローラは、当該領域の周囲の照度が増大するようにブラインドを開けるために、ブラインドコントローラを制御し(又はブラインドコントローラに情報を送り)、それにより、ブラインドが依然として閉じられている場合よりも光源の調光レベルが低くなることを可能にする。従って、照明コントローラにより光源に設定される電力レベルは、低減され得る。

【0030】

本発明の他の形態によれば、上記プロセッサは、更に、以下のデータ、すなわち、目標の空間照度、作業空間における周囲の照度、作業空間における周囲の照度を制御するブラインドの設定に関するブラインドコントローラからのデータ及び目標の空間照度からの空間照度の許容可能な差異を表すコントラスト閾値の少なくとも1つに摂動を適用することにより前記複数の光源のそれぞれに関して調光レベルを決定する。

【0031】

或る照明制御戦略の下で、照明器具は、特定の電力消費に対応する或る調光レベルにある。例えば、動的な需要/デマンドレスポンス信号が始まる又は受け取られると、照明コントローラは、新しい調光レベルが照度の保証の範囲内である(すなわち、目標の空間照度に対応する)ようにセンサ信号及び/又は他の制御システムの設定に摂動を適用することにより、照明器具の(単数又は複数の)新しい調光レベルを決定し、可能であれば、要求

10

20

30

40

50

された電力の低減を満たす電力消費をもたらす。摂動は、照明コントローラにより受け取られるセンサのデータに与えられる。例えば、昼光の入力が、実際の値よりも少し大きくなる。代替又は追加として、所望の空間照度が或る量だけ減少する及び/又は許容可能な限度が大きくなる。そのような摂動は、より緩和された最適化問題をもたらす、それにより、光源のより低い調光レベルをもたらす。より低い調光レベルは、高められた電力の低減、特に、摂動を用いることなく最適化問題を解くことにより得られる電力の低減よりも高い電力の低減をもたらす。

【0032】

本発明の他の形態によれば、上記プロセッサは、更に、上述したデータの少なくとも1つから連続的にデータを選択し、次第に増加するステップにおいて選択されたデータに摂動を適用することにより複数の光源のそれぞれに対して調光レベルを決定する。

10

【0033】

摂動値を選択する際に種々の選択肢が採用され得ることが理解されるであろう。上記摂動は、要求された電力の低減が達成されるか又は照度の保証の許容可能な制限が達せられるまで、連続的に選択され、次第に増加するステップにおいて適用され得る。代替として、摂動は、それ自体が最適化問題の最適化変数であり得る。このケースでは、照明コントローラは、作業空間においてもたらされる保証された照明の下で、要求通りに電力消費が低減されるように最適化手続きの一部として適用される摂動及び最適な調光レベルを決定する。

【0034】

20

本発明の一形態によれば、上記摂動は、摂動を与えられる値の摂動の向きが固定されるように正の値である。

【0035】

この効果は、摂動がある程度予測可能であることである。例えば、昼光の入力は、専ら実際の値よりも少し大きくなり、決して小さくならない。小さくなった昼光の入力は、より高い調光レベルをもたらす、その結果、望まれていないより小さい電力の低減をもたらす。

【0036】

本発明の他の形態によれば、上記昼光センサ及び/又は存在センサは、作業空間に関連する種々の詳細度でデータを与える。

30

【0037】

この形態の利点は、よりフレキシブルな調光レベルを決定するコントローラが与えられることである。存在センサは、例えばオフィスの利用率を決定することができる。存在センサは、コントローラ又はコントローラが動作するように配されたシステムに関する需要に依存して、種々の詳細度、例えば、粗い部屋レベル又はより細かい場所のレベルで利用率を決定することができる。例えば、夜間には、粗い部屋のレベルで利用率を決定するのみで十分である。

【0038】

本発明の第2の観点によれば、照明システムが提供される。この照明システムは、少なくとも1つの光源と、上記の形態のうちのいずれかに係る照明コントローラとを有している。

40

【0039】

本発明の一形態によれば、上記照明システムは、更に、昼光センサ、存在センサ及びブラインドコントローラの少なくとも1つを有している。

【0040】

本発明の第3の観点によれば、作業空間において空間照度を少なくとも部分的に与える複数の光源の調光レベルを設定する方法が提供される。この方法は、目標の電力レベル又は目標の電力低減に向かって複数の光源からの電力消費を低減し、作業空間において目標の空間照度を与えるように、目標の電力レベル又は目標の電力低減についての情報に基づいて、複数の光源のそれぞれについて調光レベルを決定するステップを有している。

50

【0041】

上記第2及び第3の観点は、概して第1の観点と同じ特徴及び利点を有する。

【0042】

その他の点では、本発明の一形態によれば、複数の照明源の電力消費の低減についての要求に応じて又は負荷分散のために予測的に（すなわち、電力消費の低減に対する需要が検出された時に）最適化問題の解を決定することにより複数の照明源の新しい調光レベルを設定するデバイスであって、複数の照明源の各照明源に対して、複数の照明源の電力消費が複数の照明源の新しい調光レベルによって低減されるように新しい調光レベルが決定され、該デバイスは、摂動値の使用により最適化問題の解を決定し、複数の照明源に関連して決定、設定及び/又は提供され、摂動を適用するために選択されたデータに摂動を適用することにより摂動値を計算するように構成された当該デバイスが提供される。「最適化問題」という用語及び一般的なメカニズムは、既知であり、全ての実行可能な解から最も良い解を決定する問題を意味する。本実施形態に即して、最適化問題のメカニズムは、照明システム及び、特に、照明システムの照明源を制御するために実現され、適切な又は最適な調光レベルの検出及び電力消費の低減のような観点は、照明源の調光レベル及び電力消費の最適な調整が達成されるように対処される。このやり方では、より効率的であり予測可能な負荷の低減が達成され、これは、スマートグリッドに適用可能である。また、部屋及び/又はユーザの要件又は個人に関して固有である照度の表現の質の保証が考慮されることが確実になる。更に、照明システムの照明源の調光レベルが、実際に要求される電力消費低減のレベル及び/又は電力消費の低減のための実際に要求される持続時間に基づいて、最適かつ効果的に決定されることが達成される。この形態は、種々の持続時間の設定の使用を可能にする。すなわち、非常に短い期間及び長い期間の両方、例えば、数秒で始まり、数日、数か月等の範囲に終わる期間について電力消費が低減される。従って、本発明は、複数の照明源の調光レベル及び電力消費の要求のフレキシブルな調整を可能にする。更に、本発明は、各照明源を個々に考慮に入れ、照明源のそれぞれに関して個々の調整を行う。このやり方では、照明システムの要件及び/又は設定に関して高い質の調整が確実になる。

10

20

【0043】

明記されているように、上記新しい調光レベルは、複数の照明源の電力消費の低減についての要求に応じて又は負荷分散のために予測的に設定される。ここでは、上記要求は、例えば動的負荷管理のダイナミックレスポンス技術において実現されるような例えば動的負荷管理のシグナリング要求である。負荷分散のための予測的な新しい調光レベルの設定は（すなわち、電力消費の低減に対する需要が検出された時に）、例えば、動的負荷管理の動的需要技術の範囲内で用いられ得る。ここでは、電力消費は、生成される/供給される電力及び消費電力のバランスを保つために監視され、生成される/供給される電力の量が消費電力よりも小さい/小さくなる場合、（本発明により実現されるような）電力の低減が行われなければならない。従って、本発明は、例えばダイナミックレスポンス及び/又は動的需要技術のような動的負荷管理の幾つかの技術に関して適用可能である。

30

【0044】

上記「摂動値」という用語は、正確に与えられた、決定された又は設定された値ではなく、正確に与えられた、決定された又は設定された値から（スモール）パラメータ だけずれた近似値（又は摂動値それぞれ）が用いられることを意味する。従って、摂動が適用されると、正確な値は、（スモール）パラメータ の使用によってそれらをより小さく又はより大きくすることにより近似されるか又は摂動を与えられる。一般に、摂動を適用する技術及び「摂動値」という用語は、摂動論の分野から既知である。

40

【0045】

また、上記デバイスは、本実施形態に係る新しい調光レベルの設定、特に、最適化問題の解の決定を実行するように構成されたソフトウェア及び/又はハードウェア構成要素（一般的には、例えば、プロセッサ、コンピュータ、コンピューティング構成要素等）を有することが注意されなければならない。本発明の一形態によれば、ソフトウェア及び/又

50

はハードウェア構成要素は、オプティマイザ又はプロセッサと呼ばれる。

【0046】

本発明の他の形態によれば、上記プロセッサは、更に、複数の光源のそれぞれの現在の調光レベルを用いて調光レベルを決定する。

【0047】

言い換えれば、上記複数の照明源の現在の調光レベルは最適化問題の変数であり、複数の照明源の各照明源は、1つの現在の調光レベルを有している。このやり方では、調光レベル及び電力消費の最適な調整は、照明システムの要求及び設定を考慮に入れることにより達成される。

【0048】

本発明の他の形態によれば、上記調光レベルは、0と1との間の値により表され、0の値はオフにされた光源に対応し、1の値は100%の出力でオンにされた光源に対応する。この制約は、光源に新しい調光レベルをもたらす最適化問題を解く際に有利に使用され得る。

【0049】

言い換えれば、調光レベルは、0以上1以下の値である。従って、調光レベル及び電力消費の制御された効果的な調整が達成される。

【0050】

本発明の更に他の形態によれば、上記プロセッサは、作業空間において達成される空間照度と目標の空間照度との差異がコントラストの閾値よりも小さいように光源に対して調光レベルを決定する。

【0051】

上記コントラストの閾値は、目標の空間照度からの空間照度の許容可能な差異を表している。そのような閾値を用いると、目標の空間照度と比較して空間照度がどれだけより低く変化するかについての制限が決定される。コントラストの閾値は、また、照明される領域の性質に依存して変化する。非使用領域は、例えば、使用領域よりも高いコントラストの閾値を有する。例えば、書き物机のある領域は、装飾照明（のみ）を有する領域よりも低いコントラストの閾値を有する。

【0052】

言い換えれば、上記デバイスは、目標の空間照度からの現在の空間照度の差異が許容可能なコントラストの閾値よりも小さいように最適化問題の解を決定し、現在の空間照度は、複数の照明源の現在の調光レベルにより達成される。これは、調光レベル及び電力消費の調整の良好な制御を可能にし、上記調整の効果的な実行を可能にする。

【0053】

本発明の一形態によれば、上記デバイスは、各照明源に対して決定及び/又は設定される少なくとも1つの情報の使用によって複数の照明源の各照明源に対して新しい調光レベルを決定する。このやり方では、例えば、照明源の環境、照明源を有する部屋及び/又は照明の要件の情報を考慮に入れることが可能になる。

【0054】

本発明の一形態によれば、複数の照明源の現在の調光レベルにより達成される又は得られる上記現在の空間照度は、更に、複数の照明源の各照明源に関して決定又は設定される少なくとも1つの情報によって達成される又は得られる。これにより、現在の空間照度の値に及び、従って、目標の空間照度の値にも影響を及ぼす、作用する及び/又はそれらを引き起こす因子を考慮することによって、決定される新しい調光レベルの質が改善される。新しい調光レベルは、効率的かつ有効なやり方で部屋及び/又はユーザ又は個人の要求を考慮することにより設定される。

【0055】

本発明の一形態によれば、摂動が適用されるデータは、以下の少なくとも1つ、すなわち、複数の照明源の各照明源に関して決定及び/又は設定される少なくとも1つの情報、目標の空間照度及び許容可能なコントラスト閾値の少なくとも1つを有する。従って、照

10

20

30

40

50

明源のより低い調光レベルをもたらす、より緩和された最適化方法が実現され得る。

【0056】

本発明の一形態によれば、上記少なくとも1つの情報は、照明源に関するセンサのデータ及び/又は他のデバイスにより決定又は設定されるデータを有する。このやり方では、個人及び/又は部屋の環境に固有である照度の表現の質についての保証が効率的かつ有効なやり方で組み込まれる。

【0057】

本発明の一形態によれば、上記少なくとも1つの情報は、以下の少なくとも1つ、すなわち、存在センサにより決定される使用の程度を示す値、昼光センサにより決定される昼光レベルを示す値及びブラインドコントローラのブラインドの設定の少なくとも1つを有する。ここでは、個人及び/又は部屋の環境に固有である照度の表現の質についての保証が効率的かつ有効なやり方で組み込まれる又は考慮されることが確実になる。

【0058】

本発明の一形態によれば、最適化問題の解を決定する一方で、上記デバイスは、複数の照明源の電力消費を目標の電力消費まで低減する。このやり方では、新しい調光レベルの選択的な又は目標とする設定が可能になり、照明デバイスが実際に望まれる電力消費で動作することを確実にする。更に、電力の生成/供給と電力の消費との有効な目標とする釣り合いが可能になる。

【0059】

本発明の更に他の形態によれば、電力レベル又は電力の低減についての情報は、期間を含む要求であり、上記プロセッサは、更に、上記期間中、複数の光源のそれぞれに対して決定された調光レベルを保持する。

【0060】

言い換えれば、上記デバイスは、或る期間中、電力消費を低減する。このやり方では、一時的な電力の低減及び長時間の電力の低減の両方が可能になる。更に、効率的かつ十分に制御可能な電力消費が可能になる。

【0061】

本発明の他の形態によれば、上記要求は、以下の少なくとも1つ、すなわち、目標の電力消費及び期間の少なくとも1つを有している。このやり方では、制御可能な動的負荷の管理が、効率的かつ有効なやり方で実現され得る。

【0062】

本発明の他の形態によれば、複数の照明源の少なくとも1つは、発光ダイオード(LED)である。LED技術の発達とともに、LED照明システムは、一般的なものとなっている。LED照明システムは、例えば、システムの個々のLEDを調光する際に、多様な設計の自由度を与える。この形態は、LEDを有する照明システムが改善された本発明の照明システムの制御から利益を得て、本発明の効果を有することも確実にする。従って、関連するセンシング及び制御情報に適應する個々のLEDの調光レベルは、スマートグリッドにおいて動的負荷管理(例えば、デマンドレスポンス)のサービスを与えるようにリアルタイムで検出され得る一方で、ユーザへの受け入れ可能な照明サービスの保証を満たす。

【0063】

本発明の他の形態によれば、上記デバイスは、摂動を連続的に、インクリメンタルで及び/又は組み合わせて適用する、以前の電力消費の低減に関して適用された以前に適用された摂動に基づいて摂動を適用する、以前に適用された摂動の適用のために選択された以前のデータの使用により以前に適用された摂動に基づいて摂動を適用する及び/又は以前に適用された摂動の値の使用により以前に適用された摂動に基づいて摂動を適用するように構成されている。このやり方では、摂動のフレキシブルな適用が実行される。更に、照明システムの実際の要件及び/又は照明システムのユーザに向けて、新しい調光レベルを決定する質が、特に、照明システムの電力消費の低減に関して十分に確立された又は経験した既に用いられたパラメータ、値、情報及び/又はデータを考慮することにより改善さ

10

20

30

40

50

れる。

【 0 0 6 4 】

本発明の一形態では、複数の照明源の電力消費の低減に対する要求に応じて又は負荷分散のために予測的に（すなわち、電力消費の低減に対する需要が検出された時に）最適化問題の解を決定することにより、複数の照明源の新しい調光レベルを設定する方法であって、複数の照明源の各照明源に関して、複数の照明源の電力消費が複数の照明源の新しい調光レベルにより低減されるように新しい調光レベルが決定され、摂動値の使用により最適化問題の解が決定され、複数の照明源に関して決定、設定及び/又は提供され、摂動を適用するために選択されたデータに摂動を適用することにより摂動値が計算される当該方法が提供される。特に、上記方法は、上記の及び以下に、より詳細に説明されるように新しい調光レベルを設定するデバイスにより実行されるステップを有している。従って、この方法は、上記デバイスにより実行される。このやり方では、上記方法及びそのステップは、上記新しい調光レベルを設定するデバイスに関して説明された効果と同じ効果を与え、逆もまた同様である。

10

【 0 0 6 5 】

本発明の他の形態では、上記の及び以下に、より詳細に説明されるように新しい調光レベルを設定するデバイスを有する（照明）システムが与えられる。

【 0 0 6 6 】

一般に、本発明は、動的負荷管理（例えば、デマンドレスポンス）のサービスが（特にスマートグリッドにおいて）予測可能かつ有効なやり方で与えられる（より高性能の）照明制御の実現を可能にし、個人又は部屋の環境に固有である照度の表現の質についての保証の組み込みも可能にする。更に、照明システムのより速い制御、特に、新しい調光レベルのより速い設定が、要求される電力消費の観点から可能になり、本発明の実時間実現が可能である。特に、本発明は、本発明のこの開示に説明される本発明の効果により示されるように、照明システムの照明源の制御を改善する。

20

【 0 0 6 7 】

本発明の他の目的、特徴及び利点は、以下の詳細な開示及び図面から明らかであろう。

【 0 0 6 8 】

概して、特許請求の範囲において用いられている全ての用語は、本明細書において明示的に他の定義をされていない限り、当該技術分野における通常の意味に従って解釈されるべきである。「不定冠詞/定冠詞（a/an/the）が付された要素、デバイス、構成要素、手段、ステップ等」は、他に明記されていない限り、要素、デバイス、構成要素、手段、ステップ等の少なくとも一例のことを指していると素直に解釈されるべきである。本明細書において開示されるいかなる方法のステップも、明記されていない限り、開示されている正確な順序で行われる必要はない。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 9 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る照明システムの装置についての図を示している。

【図 2】本発明の一実施形態に係る照明システムの装置についての他の図を示している。

【図 3】本発明の一実施形態に係る照明システムの調光レベルを最適化するステップ又は行為を示している。

40

【図 4】本発明の一実施形態に係る照明システムの調光レベルを最適化するステップ又は行為を示している。

【図 5】本発明の一実施形態に係る照明システムの装置を示している。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 7 0 】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る照明システム 1 の装置についての図を示している。この実施形態に即して、照明システム 1 は、例えばランプ又は LED（発光ダイオード）のような照明源を制御し、特に、電力消費量を制御し、従って、例えば照明源の調光レベルも制御する照明コントローラ 10 を有している。照明システム 1 は、照明器具に加えて

50

、（存在、光等）センサ 1 1、1 2 を有しており、関連するセンサ及びブラインドコントローラ 1 3 のような他のサブシステムに接続されている。所望の照明効果を達成するために、（例えば、照明器具の調光レベルについて）上記照明システムの設計変数が最適化され得る。例えば、局所的な照度を得るために、その場に居る人の位置の周囲の領域において、より高いレベルの均一の照度を持ち、他の領域では、より低い照度レベルを持つという戦略が実現され得る。上記その場に居る人の位置の周囲の領域は、その場に居る人が円の原点である半径 r の円であるとされる。この制御戦略は、照明器具の調光レベルを引き出すために最適化問題として分析的に提示される。結果として生じる最適化問題を解く方法は、線形又は凸計画であることが多く（時には非線形計画である。）、linear and non-linear programming (by Luenberger and Ye. Spriger, 2008) の中に見出される。

10

【0071】

本実施形態によれば、システム 1 は、種々のセンサ 1 1、1 2、1 3 を備えている。本発明に即して、3 つのセンサ、例えば、存在センサ 1 1、昼光センサ 1 2 及び電動ブラインドコントローラ 1 3 が与えられている。ここでは、照明及び / 又は電力消費レベルの決定に関連する値を与える種々の適切なセンサが、照明システム 1 において本実施形態に従って用いられ得ることが理解されるであろう。

【0072】

存在センサ 1 1 は、一般に、照明システム 1 の照明源を有するオフィス又は部屋の使用状態を決定する。存在センサ 1 1 は、種々の詳細度で、例えば、粗い部屋のレベル又はより細かい場所のレベルで使用状態を決定することができる。本発明に即して、存在センサ 1 1 は、照明システムの i ($1 \leq i \leq I$) 番目の照明源に関する（例えば、その近くの又はその周りの）使用の程度を示す値 p_i を有するベクトル p を入力として照明コントローラ 1 0 に与える。

20

【0073】

昼光センサ 1 2 は、場合によっては、例えば、平均値又は空間分布のような種々の詳細度で、部屋中にわたって昼光レベルを決定することができる。昼光センサ 1 2 が照明コントローラ 1 0 に入力として与える出力は、照明システムの i ($1 \leq i \leq I$) 番目の照明源に関する（例えば、その近くの又はその周りの）昼光レベルを示す値 d_i を有するベクトル d として示される。

【0074】

更に、本実施形態によれば、ブラインドコントローラ 1 3 は、昼光センサ 1 2 と関連がある。ブラインドコントローラ 1 3 は、照明システムの i ($1 \leq i \leq I$) 番目の照明源に関する（例えば、その近くの又はその周りの）ブラインドコントローラ 1 3 のブラインドの設定を示す値 b_i を有するベクトル b を入力として照明コントローラ 1 0 に与える。

30

【0075】

ここでは、本発明は、照明コントローラ 1 0 とセンサ 1 1、1 2、1 3 との間の種々の接続及びデータのやりとりを可能にし、本発明は、図 1 の実施形態のセンサ及び / 又は照明コントローラとセンサとの接続のみに限定されないことが注意されなければならない。

【0076】

異なる部屋の照明システム 1 は、例えば、直接電気ネットワーク（例えば、有線又は無線手段によるユーティリティメータからの場合）と、又は（電気ネットワークとインターフェースで連結する）中央建物管理プロセッサとインターフェースで連結している。本実施形態によれば、インターフェース 1 7 は、照明コントローラ 1 0 と電気ネットワーク又は中央建物管理プロセッサとの間に位置している。インターフェース 1 7（又は電気ネットワーク若しくは中央建物管理プロセッサそれぞれ）は、動的負荷管理のシグナリング要求における目標の電力の低減及び目標の電力の低減のための要求された持続時間を与える。これらの要求は、例えば、センサ 1 1、1 2、1 3 の測定値に依存して、すなわち、ベクトル p 、 d 及び / 又は b に依存して分配される量により異なる部屋の場合には異なっている。図 1 には、例えば電気ネットワーク又は中央建物管理プロセッサから（インターフェース 1 7 を介して）照明コントローラ 1 0 に伝達される照明システム 1 における電力消

40

50

費の低減を要求する動的負荷管理のシグナリング要求が、情報又はデータボックス 15 により例示的に示されている。要求を受け取った後、本実施形態に即して、照明コントローラ 10 は、上記のように及び以下により詳細に説明されるようにシステム 1 の照明源の調光レベルを最適化し、システム 1 の照明源についての最適化された調光レベル 16 を例えば（インターフェース 17 を介して）電気ネットワーク又は中央建物管理プロセッサに伝達する。更に、本実施形態に即して、照明システム 1 は、サービス方針及び/又は要件に関する情報を有している。これらは、快適度によりユーザにより設定され得る照度の表現の保証を含んでいる。上記サービス方針は、また、照明機能のタイプについての情報を含んでいる。ここでは、例えば電気ネットワーク又は中央建物管理プロセッサと照明コントローラ 10 とのやりとりの幾つかの適切なやり方が実現され得ることが指摘されなければならない。インターフェース 17 の使用は、考えられるやり方の 1 つである。

10

【0077】

図 2 は、本発明の上記実施形態に係る照明システム 1 の装置についての他の図を示している。図 2 には、照明システム 1 の（例えば LED のような）複数の調光可能な照明源 $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ が示されており、これらは、表記の便宜上、 I 個の添え字のセット $(1 \ i \ I)$ を用いることにより表示されている。照明源 $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ 、特に、（例えば、調光レベル、電力消費量等のような）照明源 $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ に関してなされる設定は、照明コントローラ 10 により制御される。図 2 の上側部分には、例示的な設定、本実施形態に係る照明源 $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ に関するパラメータ又は値 $l_i, P_i(l_i), p_i, d_i, b_i$ が示されている。 l_i で、照明源 $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ の調光レベル l_i を有するベクトルが示され、各 i 番目の照明源 $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ に対して対応する調光レベル $l_i (1 \ i \ I)$ が割り当てられる。 i 番目の照明源 $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ により消費される電力は、 i 番目の照明源 $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ の調光レベル l_i の関数であり、 $P_i(l_i)$ により示され、各 i 番目の照明源 $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ は電力消費量 $P_i(l_i)$ を有している。調光レベル l_i は、0 と 1 との間の値をとる（すなわち、 $0 \leq l_i \leq 1$ ）。パルス幅変調を用いる i 番目の照明源 $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ のような LED の場合、調光レベル l_i は、例えば、LED $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ のデューティ比を使用することにより決定され得る。

20

30

【0078】

上記のように、本実施形態によれば、システム 1 は、種々のセンサ 11、12、13 を備えている。存在センサ 11 は、出力としてベクトル p を有しており、このベクトル p は、 i 番目の照明源 $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ に関して使用状態の値 p_i が測定又は決定されたことを意味する項目 (entry) $\{p_i, 1 \ i \ I\}$ を有している。昼光センサ 12 は、出力としてベクトル d を有しており、このベクトル d は、 i 番目の照明源 $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ に関して昼光レベル (値) d_i が昼光センサ 12 により測定又は決定されたことを意味する項目 $\{d_i, 1 \ i \ I\}$ を有している。ブラインドコントローラ 13 は、出力としてベクトル b を有しており、このベクトル b は、 i 番目の照明源 $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ に関してブラインドの設定値 b_i がブラインドコントローラ 13 によって作られたことを意味する項目 $\{b_i, 1 \ i \ I\}$ を有している。

40

【0079】

本実施形態によれば、（動的）負荷の管理（例えば、デマンドレスポンス）が要求される各時刻において、調光レベル l_i の最適化が要求される。図 3 は、本発明の一実施形態に係る照明源 $21_1, \dots, 21_i, \dots, 21_I$ の調光レベル l_i を最適化するステップ又は行為 (action) を示している。上記ステップ又は行為は、照明コントローラ 10 により行われる。ステップ S31 では、電力消費の低減に対する要求を受け取られる。図 1 に関連して上記に示されているように、動的負荷の管理の必要性は、例えば、電気ネットワークから（例えば、有線又は無線手段によるユーティリティメータから）又は中央建

50

物管理プロセッサから信号を送られる。この場合、要求15は、例えば、電気ネットワーク又は(インターフェース17を介して)中央建物管理プロセッサから受け取られる。要求15は、要求された又は目標の電力消費値 P_r を有している。更に、要求15は、照明源 21_1 、...、 21_i 、...、 21_I の電力消費を低減する持続時間を示す目標の時間周期を有している。所望の又は目標の空間照度 I_D も要求15とともに与えられるか、又は目標の電力消費値 P_r の使用により決定され、所望の又は目標の空間照度 I_D は、例えば、要求された又は目標の電力消費値 P_r と空間照度の値と電力消費値との関係を特定する係数との積 $I_D = \dots \cdot P_r$ により決定される。調光レベル l_i の最適化は、建物の各部屋に対して個々にS31で要求される。このケースでは、次のS32の新しい調光レベル l_i の設定は、各部屋の照明源 21_1 、...、 21_i 、...、 21_I に関して行われ

10

【0080】

ステップS32では、(現在の)調光レベル l_i を最適化又は決定することにより照明源 21_1 、...、 21_i 、...、 21_I の新しい調光レベル l_i の設定が行われる。このため、最適化問題は、 $l = \{ l_i, i \in I \}$ が要求された又は目標の電力消費値 P_r に対して現在の電力消費

$$P_T(l) = \sum_{i \in I} P_i(l_i)$$

を最小にするように、すなわち、新しい調光レベル l_i を用いることにより、システム1が要求された又は目標の電力消費値 P_r で照明源 21_1 、...、 21_i 、...、 21_I を動作させるように決定されるステップS32において解かれる。ここでは、注釈 $i \in I$ は、注釈 $1 \in I$ に対応する。最適化問題を解くために、本実施形態によれば、以下の2つの制約C1、C2が満たされるべきである。制約C1に即して、全ての $i \in I$ に関して $0 \leq l_i \leq 1$ である。制約C2に即して、 $f(E_T(l, d, b, p), I_D)$ である。ここで、 $E_T(l, d, b, p)$ は、現在の又は与えられたベクトル l 、 d 、 b 、 p により実現される現在の空間照度 E_T を意味する。更に、 \dots は、(予め設定された)許容可能なコントラストの閾値を意味する。C2の特別な形は、Occupancy based illumination control of LED lighting systemで考えられる場合には式3において見出され、C2についてのこの形の解は、線形計画問題を解くためにシンプレックス法を適用すること

20

30

【0081】

使用状態のセンサのみが考慮される(昼光センサ及びブラインドコントローラが排除される)C2の特別な形の一例は、以下の通りである。

【0082】

使用領域及び非使用領域における照度の制約の下で照明システムにより消費される総電力は、最小になるように求められる。ここでは、 d^* は、解かれた最適な調光ベクトルを示している。 d は、 $N_x \times N_y \times 1$ の調光ベクトルを意味し、 $d = [d_1, \dots, d_{N_x \times N_y}]$ により与えられる。 $0 \leq d_i \leq 1$ であり、 d_i は、 i 番目の光源の調光レベルである。 $d_i = 0$ は、光源が暗くされて消えていることを意味し、 $d_i = 1$ は、光源が最大照度であることを意味する。その場に居る人の位置 (x_j, y_j) が知られた J を仮定すると、その場に居る人の位置の周囲の領域内において均一の照度のレベル L_{max} を持つことが望まれる。また、 R_0 は、照明される領域を意味する。 \dots は、領域 R_0 の面積を意味する。定数 r_0 は、作業空間の基準及びその場に居る人の快適さに従って選択される。従って、 R_0 の任意の点において、全照明と L_{max} とのコントラストは、所定のコントラスト C_{th} よりも低い。更に、 R_0 を超える平均照度レベルが L_{max} であることが望まれる。領域 R_0 以外は、照度のレベルが少なくとも L_{min} であることが望まれる。

40

$$d^* = \arg \min_d \sum_{i=1}^{N_x N_y} P_i(d_i) \quad \text{s.t.} \quad \begin{cases} |C(E_T(x, y, d; h), L_{max})| \leq C_{th}, \\ \forall (x, y) \in R_0 \\ E_T(x, y, d; h) \geq L_{min}, \\ \forall (x, y) \notin R_0 \\ \frac{1}{N} \int_{(x, y) \in R_0} E_T(x, y, d; h) \partial x \partial y = L_{max} \\ 0 \leq d_i \leq 1, \quad i = 1, \dots, N_x N_y. \end{cases}$$

【 0 0 8 3 】

ここでは、 $P_i(d_i)$ は、調光レベル d_i における i 番目の光源の平均電力消費量である。

10

【 0 0 8 4 】

$E_T(x, y, d; h)$ は、調光ベクトル d を用いることによりもたらされる距離 h 及び点 (x, y) における全照度である。幾つかのコメントは、上記の最適化問題に関して適切である。当該領域の R_0 の外側において、 R_0 の内側の L_{max} の均一の照度の要件とは異なる少なくとも L_{min} の照度レベルが要求されることに注意されたい。これは、(例えば、外側 R_0 と壁付近との境界の) エッジ効果のためにこの領域において均一な照度を達成することが可能ではないという実際的な理由のためである。更に、実行可能な解が、上記最適化問題に対して存在するように仮定される。すなわち、光源システムは、照度の制御が上記最適化問題により行われ得るように第 1 の場所において設計されている。

20

【 0 0 8 5 】

C 2 についてのこの形の解は、線形計画問題を解くためにシンプレックス法を適用することにより見出される。

【 0 0 8 6 】

従って、ステップ S 3 2 の最適化問題において、目的の機能は、照明システム 1 の総電力消費量を低減することである。最適化変数は、(本実施形態の制約 C 1 により与えられる) 0 と 1 との間の値をとる調光レベル l_i である。他の制約 C 2 は、照度の表現の観点を捉えている。一般的な形では、ベクトル l 、 d 、 b 、 p が関数 f により得られるような所望の空間照度 I_D からの与えられる時に実現される空間照度 E_T の差異、許容可能な一定の閾値よりも小さいと言われている。制約 C 2 は、その場に居る人の視覚的快適さ及び照度の表現の精度のような観点を捉えるように種々のやり方で与えられ得る。

30

【 0 0 8 7 】

本実施形態によれば、解は、最適化された又は新しい調光レベルベクトル $l^{\circ p t}$ 及び、可能であれば、 $P_T(l^*)$ P_r のような調光レベル l^* が決定されるやり方で求められる (S 3 2)。この場合、調光レベルベクトル $l^{\circ p t}$ を伴う電力消費量は、 $P_T(l^*)$ であり、従って、これは電力消費量の予測可能な推測を与える。

【 0 0 8 8 】

他の実施形態によれば、解は、調光レベルベクトル $l^{\circ p t}$ をもたらず (S 3 2)。この設定の下での電力消費量は、依然として、要求された電力レベルの低減を上回っている。

40

【 0 0 8 9 】

更に、本実施形態によれば、摂動を適用するデータが選択されない、すなわち、摂動が適用されるべきであるデータのセットが存在しないことが注意されなければならない。このやり方では、上述したように取り決められた又は本発明の次の実施形態により以下により詳細に特定される空ではなく、少なくとも 1 つの入力を有する摂動を適用するために選択されるデータのセットを用いる「緩和された」又は近似の決定に加えて、新しい調光レベル l_i の決定の「正確な」実行も行われ得る。

【 0 0 9 0 】

本実施形態によれば、ステップ S 3 3 において、新しい調光レベル l_i 、特に、新しい調光レベルベクトル $l^{\circ p t}$ 、 l^* 又は同等の形式の情報が、照明コントローラ 10 から

50

(インターフェース 17 を介して) 電気ネットワーク又は中央建物管理プロセッサに送られる。

【0091】

図 4 は、本発明の他の実施形態に係る照明源 21__1、...、21__i、...、21__I の調光レベル l_i を最適化するステップ又は行為を示している。ここでもまた、上記ステップは、照明コントローラ 10 により行われる。本実施形態によれば、電力消費の低減についての要求を受け取るステップ S41 は、上述したステップ S31 に対応する。ステップ S42 では、照明源 21__1、...、21__i、...、21__I の (現在の) 調光レベル l_i を最適化又は決定することにより新しい調光レベル l_i が設定される。本実施形態によれば、ステップ S42 では、摂動を与えられた最適化問題が解かれ、 $l = \{ l_i, i \in I \}$ が要求された又は目標の電力消費値 P_r まで現在の電力消費

$$P_T(l) = \sum_{i \in I} P_i(l_i)$$

を最小にするように、すなわち、新しい調光レベル l_i を用いることにより、システム 1 が要求された又は目標の電力消費値 P_r で照明源 21__1、...、21__i、...、21__I を動作させるように決定される。このため、以下の 2 つの制約 C1、C2 が満たされるべきである。制約 C1 に従って、全ての $i \in I$ に関して $0 \leq l_i \leq 1$ である。制約 C2 に従って、

$$f(E_T(l, d + \varepsilon_1 d, b + \varepsilon_2 b, p), I_D - \varepsilon_3 I_D) \leq \delta + \delta_1$$

である。ここで、ステップ S42 では、サブステップ S421 において摂動 δ_j が適用される。上記摂動 δ_j は、ベクトル/マトリクスであり、演算子「 \cdot 」は、各摂動 δ_j との対応する要素に関する掛け算を意味する。本実施形態によれば、サブステップ S421 において用いられる又は適用される全ての摂動 δ_j 、 δ_1 の値は正である。

【0092】

基本的に、本実施形態によれば、デバイス 11、12 からの照明コントローラ 10 において受け取られるベクトル b 及び d に関して、本実施形態によれば或る量 δ_3 により減少する所望の空間照度 I_D に関して及び/又は本発明によれば摂動 δ_1 により増大する許容限度 $I_{D, \max}$ に関して (例えば、本実施形態に即して、昼光レベル d 及びブラインドの設定 b は、実際の値よりも (対応する摂動 δ_1 、 δ_2 の使用により) わずかに増加する) 摂動 δ_j が作られる。これは、より緩和された最適化問題をもたらし、今度は、照明デバイス (例えば、LED) 21__1、...、21__i、...、21__I のより低い新しい調光レベル l_i となる。ここでは、本発明によれば、摂動が種々のデータ又は値、すなわち、種々のセンサ又は他の (制御) デバイスのデータ、所望の空間照度及び/又は許容可能な制限値に適用されることができ、それらの適用が本実施形態の上記例のみに限定されないことが注意されなければならない。従って、S421 を摂動 δ_1 、 δ_1 に適用するために、互いに異なる組み合わせの種々のデータが選択され得る。この選択は、必要に応じて別々のステップにおいて行われる。図 4 では、摂動が S421 に適用されるデータを選択するステップは、S420 により示されており、ベクトル d 及び b 、所望の空間照度及び I_D 及び許容可能な制限 $I_{D, \max}$ の例示的な選択を有している。更に、摂動 δ_1 、 δ_1 は、部屋の全域にわたって種々のやり方で選択され得る。すなわち、摂動は、種々の照明コントローラ 10 にわたって異なって選択され得る。また、摂動 δ_1 、 δ_1 は、照度の表現についての保証を満足させるように選択され得る。照明サービスの保証は、(例えば、装飾照明及び一般照明に関して異なる) 照明の機能のタイプにわたって異なる。照明サービスの保証は、更に、例えば、視覚的な快適さのレベルに基づくユーザの好みに従って異なる。従って、摂動 δ_1 、 δ_1 は、許容可能な制限を超えてその場に居る人の視覚的快適さ又は予想される照度の表現に悪影響を及ぼさないように制御されたやり方で選択される。それらの選択は、電力の低減が必要とされる量及び照明の/視覚的快適さによりバランスを保たれるように行

われるべきである。更に、摂動は、種々の照明コントローラにわたって異なって選択され得る。

【0093】

更に、摂動は、ステップS421で連続的に、インクリメンタルで及び/又はこれらを組み合わせて適用される。また、既に(すなわち、以前に)適用された摂動に由来する現在の電力消費

$$P_T(l) = \sum_{i \in I} P_i(l_i)$$

に基づいて、どの次の摂動がS421で適用されるべきであるか(すなわち、S421でどのデータに摂動が適用されるべきであるか)及び/又は次の摂動が要求された電力の低減 P_r を満たさなければならないのはどの値かが決定され得る。従って、本発明の他の実施形態によれば、ステップS42は、(以前に実行された電力消費の低減に関連して行われた以前の調光レベルの設定において用いられた)以前に適用された摂動の使用により行われる(図4には示されていない)摂動を選択するステップを有している。以前に適用された摂動の使用は、摂動の以前の適用に関して選択されたデータの考慮又は使用による及び/又は以前に適用された摂動の値の考慮又は使用による摂動の選択を有する。

【0094】

本実施形態に従って、より緩和された又は摂動を与えられた最適化問題を解決した後、(ステップS33のような)ステップS43において、新しい調光レベル l_i 、特に、新しい調光レベルベクトル l^{opt} 、 l^* 又は同等の形式の情報が、照明コントローラ10から(インターフェース17を介して)電気ネットワーク又は中央建物管理プロセッサに送られる。

【0095】

以下に、2つの異なる具体的な例又は実施形態が、上述の例示的に与えられた実施形態の視点で論じられる。

【0096】

本発明の第1の具体的な実施形態では、その場に居る人は、或る場所に存在すると考えられる。その場に居る人の周囲半径1メートルの範囲内に、500lxが30%のコントラストで与えられ、他の全ての場所では、300lxが30%のコントラストで与えられる。ブラインドコントローラ13は、「半開」であるように仮定される。照明システム1の現在の調光レベル l_i は、所望の照度の表現を与えるように決定される。ここでは、需要の低下が現れることを仮定する(ステップS31、S41参照。)。その後、照明コントローラ10は、1つ以上の摂動 l_1 、 l_2 を連続的に適用する又は電力低減の要求を満たす、すなわち、使用領域における500lxの低減、1メートルの範囲の縮小、非使用領域における300lxの低減、コントラストの増大、(より高い昼光が空間的に仮定されるように)より高い値へのブラインド制御の設定の変更の選択権を有する。上記摂動は適用され、摂動を受けた最適化問題は新しい調光レベル l_i を決定するために解かれる。

【0097】

本発明の第2の具体的な実施形態を使用することにより、照明作用に対する影響を最小限に抑えた、本実施形態に係る照度のレベル設定方法に由来する電力の節約を説明するために、単純な数値例が与えられる。本実施形態に即して、以下の条件が与えられる。天井に160個の均一に配置されたLUXEON Rebel LED(最大照度14.3lx)を備え、オフィスルームの特定の部分に10人のユーザが存在する広いオフィスが与えられている。オフィスルームの幾つかの部分が使用されている際、使用/非使用面積の標準的な設定である500lx/300lxの照度の表現が設定される。所望の照度の表現についてのばらつきは、正規化された1-1ノルムとして捉えられる。30%の視覚コントラストが設定される。動的需要/デマンドレスポンスが起こると(ステップ31、41参照。)、最適化問題が、所望の照明における摂動を伴って用いられ、最適化問題の使用

10

20

30

40

50

(ステップ42参照。)により、400lx/100lxの設定が選択される(すなわち、100lxの摂動が空間照度の分布に適用される)。この第2の具体的な実施形態に即して、160個のLEDの調光レベル l_i の最適化によって消費電力の45%の節約が実現される。複数の部屋で照明システムを通して集められると、これらの数は、照明システム1が合理的に予測可能なやり方でかなりの電力の低減を提供し得ることを示唆する。

【0098】

図5は、本発明の一実施形態に係る照明コントローラ10の装置を示している。本実施形態によれば、照明コントローラ10は、例えばステップS31、S41を実行する受信器512と、例えばステップS33、S43を実行する送信器511とを有している。受信器512及び送信器511は、照明コントローラ10の分離した構成要素として又は1つの受信器51として配され得る。ここで、本発明は、照明コントローラ10の種々の適切な構成を可能にする。また、本実施形態に即して、照明コントローラ10は、ステップS32、S42に関して上記に例示的に説明されたように新しい調光レベル l_i を選択するオプティマイザ又はプロセッサ52を有している。

【0099】

従って、本発明は、スマートグリッドにおいて動的負荷の管理(例えば、デマンドレスポンス)の機能を提供することができる照明システムの制御を提供する。照明システムの照度調光レベルは、電力の低減及び持続時間の要求されたレベルに基づいて決定される。このため、存在の感知及びそのパターン、昼光照明の分布及びそのパターン及び/又は照明システムにおいて測定又は設定される他の値が用いられる。上記照明システムの照度調光レベルは、調光レベルの最適化を通して決定され、必要に応じて、幾つかの調光レベルの決定及び電力消費の低減に関連のあるファクタ又はデータの制限された摂動を通して決定され、上記ファクタ又はデータは、例えば、以下のうちの少なくとも1つ、すなわち、昼光の感知、ブラインドの制御、目標の照度及び/又はコントラストの閾値の少なくとも1つを有している。調光レベルの最適化は、必要な持続時間にわたる必要な電力の低減を満たすことに向かって電力消費を低減する調光の設定により照度を与えるように行われる。摂動の制限の選択は、必要とされる照度の表現のサービスの保証に基づくものである。また、ユーザによって調整される照度の表現の保証レベルは、ユーザに与えられる。更に、空間のタイプ(例えば、オフィス、廊下等)及び照明の要件(装飾照明、機能照明、一般照明等)に依存する照度の表現の保証レベルが与えられる。

【0100】

当業者であれば、本発明は上述した実施形態に限られるものではないことが分かる。それどころか、添付の特許請求の範囲の範囲内において多くの変形及び変更が可能である。上述した照明制御によって、照明システムは、電力供給網における動的負荷管理(例えば、デマンドレスポンス)のサービスを提供するためにその感知及び制御機能を使用することができる。本発明の方法論は、種々のユーザに受け入れられるようにし、また、様々な空間において照度の要件の異なる照明について特定の保証を考慮している。予測可能であり効果的な負荷の低減は、本発明の照明制御により達成され得る。

【0101】

(実施形態の項目別一覧)

1. 複数の照明源(21__1、...、21__i、...、21__I)の電力消費の低減についての要求に応じて又は負荷分散のために予測的に最適化問題の解を決定する(S32、S42)ことにより複数の照明源(21__1、...、21__i、...、21__I)の新しい調光レベルを設定するデバイス(10)であって、複数の照明源(21__1、...、21__i、...、21__I)の各照明源(21__1、...、21__i、...、21__I)に関して、複数の照明源(21__1、...、21__i、...、21__I)の電力消費が複数の照明源(21__1、...、21__i、...、21__I)の新しい調光レベルにより低減されるように新しい調光レベルが決定され、当該デバイス(10)は、摂動値の使用により最適化問題の解を決定し(S32、S42)、複数の照明源(21__1、...、21__i、...、21__I)に関して決定、設定及び/又は提供され、摂動を適用するために選択されたデータに摂動を適用

することにより摂動値を計算する当該デバイス(10)。

【0102】

2. 複数の照明源(21_1、...、21_i、...、21_I)の現在の調光レベルは、最適化問題の変数であり、複数の照明源(21_1、...、21_i、...、21_I)の各照明源(21_1、...、21_i、...、21_I)は、1つの現在の調光レベルを有する項目1に記載のデバイス(10)。

【0103】

3. 当該デバイス(10)は、目標の空間照度からの現在の空間照度の差異が許容可能なコントラストの閾値よりも小さいように最適化問題の解を決定し(S32、S42)、現在の空間照度は、複数の照明源(21_1、...、21_i、...、21_I)の現在の調光レベルにより達成される項目1又は項目2に記載のデバイス(10)。

10

【0104】

4. 当該デバイス(10)が、各照明源(21_1、...、21_i、...、21_I)に関して決定及び/又は設定される少なくとも1つの情報の使用により、複数の照明源(21_1、...、21_i、...、21_I)の各照明源(21_1、...、21_i、...、21_I)に対して新しい調光レベルを決定する項目1ないし項目3のいずれか一項に記載のデバイス(10)。

【0105】

5. 複数の照明源(21_1、...、21_i、...、21_I)の現在の調光レベルにより達成される現在の空間照度が、複数の照明源(21_1、...、21_i、...、21_I)の各照明源(21_1、...、21_i、...、21_I)に関して決定及び/又は設定される少なくとも1つの情報により更に達成される項目3又は項目4に記載のデバイス(10)。

20

【0106】

6. 摂動が適用される(S421)データが、以下の少なくとも1つ、すなわち、複数の照明源(21_1、...、21_i、...、21_I)の各照明源(21_1、...、21_i、...、21_I)に関して決定及び/又は設定される少なくとも1つの情報、目標の空間照度及び許容可能なコントラストの閾値の少なくとも1つを有する項目1ないし項目5のいずれか一項に記載のデバイス(10)。

【0107】

7. 上記少なくとも1つの情報が、照明源(21_1、...、21_i、...、21_I)に関するセンサのデータ及び/又は他のデバイス(13)により決定又は設定されるデータを有する項目4ないし項目6のいずれか一項に記載のデバイス(10)。

30

【0108】

8. 上記少なくとも1つの情報が、以下の少なくとも1つ、すなわち、存在センサ(11)により決定される使用の程度を示す値、昼光センサ(12)により決定される昼光レベルを示す値及びブラインドコントローラ(13)のブラインドの設定の少なくとも1つを有する項目4ないし項目7のいずれか一項に記載のデバイス(10)。

【0109】

9. 最適化問題の解を決定する(S32、S42)一方で、当該デバイス(10)が、複数の照明源(21_1、...、21_i、...、21_I)の電力消費を目標の電力消費まで低減する項目1ないし項目8のいずれか一項に記載のデバイス(10)。

40

【0110】

10. 当該デバイス(10)が、或る期間、電力消費を低減する項目1ないし項目9のいずれか一項に記載のデバイス(10)。

【0111】

11. 上記要求(15)が、以下の少なくとも1つ、すなわち、目標の電力消費及び上記或る期間の少なくとも1つを有する項目9及び/又は項目10に記載のデバイス(10)。

【0112】

50

12. 当該デバイス(10)が、
摂動を連続的に、インクリメンタルで及び/又は組み合わせで適用する(S421)、
以前の電力消費の低減に関して適用された以前に適用された摂動に基づいて摂動を適用する(S421)、

以前に適用された摂動の適用のために選択された以前のデータの使用により以前に適用された摂動に基づいて摂動を適用する(S421)、及び/又は

以前に適用された摂動の値の使用により以前に適用された摂動に基づいて摂動を適用する(S421)

ように構成された項目1ないし項目11のいずれか一項に記載のデバイス(10)。

【0113】

13. 複数の照明源(21__1、...、21__i、...、21__I)の電力消費の低減についての要求に応じて又は負荷分散のために予測的に最適化問題の解を決定する(S32、S42)ことにより複数の照明源(21__1、...、21__i、...、21__I)の新しい調光レベルを設定する方法であって、複数の照明源(21__1、...、21__i、...、21__I)の各照明源(21__1、...、21__i、...、21__I)に関して、複数の照明源(21__1、...、21__i、...、21__I)の電力消費が複数の照明源(21__1、...、21__i、...、21__I)の新しい調光レベルにより低減されるように新しい調光レベルが決定され、摂動値の使用により最適化問題の解が決定され(S32、S42)、複数の照明源に関して決定、設定及び/又は提供され、摂動を適用する(S421)ために選択されたデータに摂動を適用すること(S421)により摂動値が計算される当該方法。

【0114】

14. 当該方法が、複数の照明源(21__1、...、21__i、...、21__I)の電力消費を制御するデバイス(10)により実行される項目13記載の方法。

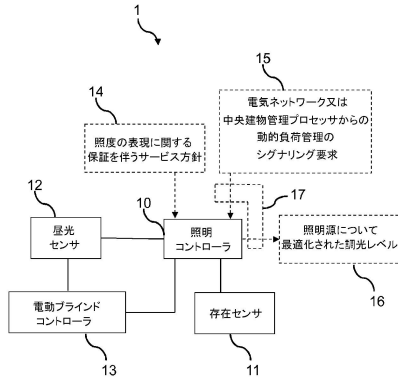
【0115】

項目1ないし項目12のいずれか一項に記載のデバイス(10)を有するシステム(1)。

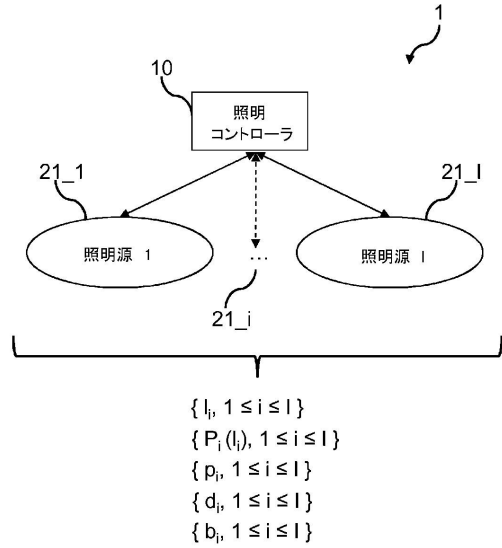
10

20

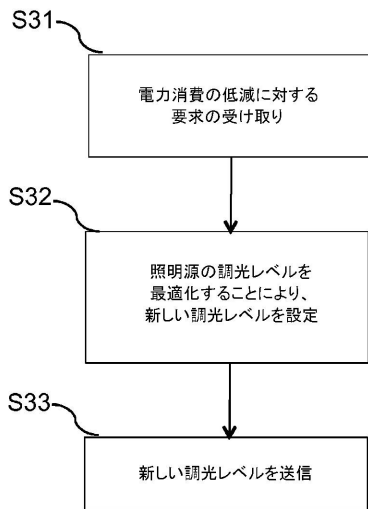
【図1】



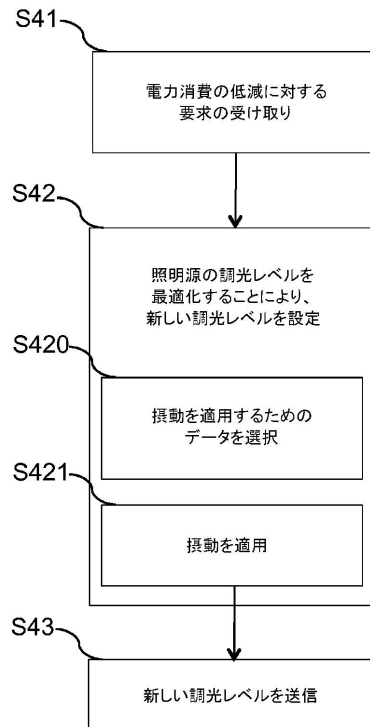
【図2】



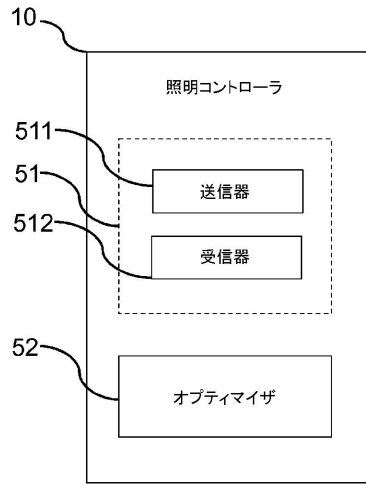
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 ヒューセン スリ アンダリ
オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
44

審査官 安食 泰秀

(56)参考文献 特開2009-222260(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05B 37/02