

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6032755号  
(P6032755)

(45) 発行日 平成28年11月30日 (2016.11.30)

(24) 登録日 平成28年11月4日 (2016.11.4)

|                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| (51) Int. Cl.          | F I               |
| GO 1 S 13/87 (2006.01) | GO 1 S 13/87      |
| GO 1 S 7/40 (2006.01)  | GO 1 S 7/40 1 6 O |
| HO 5 B 37/02 (2006.01) | HO 5 B 37/02 C    |
|                        | HO 5 B 37/02 E    |

請求項の数 15 (全 19 頁)

|               |                               |           |                                                            |
|---------------|-------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2013-545543 (P2013-545543)  | (73) 特許権者 | 516043960                                                  |
| (86) (22) 出願日 | 平成23年12月8日 (2011.12.8)        |           | フィリップス ライティング ホールディ<br>ング ビー ヴィ                            |
| (65) 公表番号     | 特表2014-507631 (P2014-507631A) |           | オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン<br>トホーフェン ハイ テク キャンパス               |
| (43) 公表日      | 平成26年3月27日 (2014.3.27)        |           | 4 5                                                        |
| (86) 国際出願番号   | PCT/IB2011/055544             | (74) 代理人  | 110001690                                                  |
| (87) 国際公開番号   | W02012/085729                 |           | 特許業務法人M&Sパートナーズ                                            |
| (87) 国際公開日    | 平成24年6月28日 (2012.6.28)        | (72) 発明者  | ファン デル ザンデン ヘンリカス テ<br>オドルス                                |
| 審査請求日         | 平成26年12月3日 (2014.12.3)        |           | オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン<br>ドーフエン ハイ テック キャンパス<br>ビルディング 4 4 |
| (31) 優先権主張番号  | 10196081.3                    |           |                                                            |
| (32) 優先日      | 平成22年12月21日 (2010.12.21)      |           |                                                            |
| (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】 複数の物体検出モジュールを含むシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体検出モジュールが特定の波長範囲内の放射から物体を検出し、物体を検出すること  
に応じて制御を実行することのできる標準モードで動作する複数の物体検出モジュールを  
含むシステムであって、前記システムは、物体検出モジュールをプロービングマスタモ  
ードで動作させるように動作可能であり、別の物体検出モジュールをプロービングスレーブ  
モードで動作させるように動作可能であり、前記プロービングマスタモードでは、前記物  
体検出モジュールが前記特定の波長範囲内のプロービング放射を生成し、前記プロービ  
ングスレーブモードでは、前記プロービング放射を受け取ることに応答して前記別の物体検  
出モジュールが肯定応答を提供する、システム。

【請求項 2】

前記プロービングマスタモードで動作する前記物体検出モジュールは、複数の異なる方  
向のうちの少なくとも 1 つに前記プロービング放射を集中させ、前記システムは、前記プ  
ロービング放射が集中される方向を、前記プロービングスレーブモードで動作する別の物  
体検出モジュールからの肯定応答に関連させる制御エンティティを含む、請求項 1 に記載  
のシステム。

【請求項 3】

前記システムは、前記プロービングマスタモードで動作する物体検出モジュール及び前  
記プロービングスレーブモードで動作する別の物体検出モジュールに初期段階を実行させ  
るように動作可能であり、前記初期段階では、前記プロービングスレーブモードで動作す

る前記物体検出モジュールが存在指示放射を作り出し、前記プロービングマスタモードで動作する前記物体検出モジュールは、前記物体検出モジュールに前記存在指示放射が到達する方向を検出するように、それぞれの異なる方向に受信感度を続けて集中させ、前記プロービングマスタモードで動作する前記物体検出モジュールが、その後前記方向に前記プロービング放射を集中させる、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記プロービングマスタモードで動作する物体検出モジュールが、信号であって、前記信号を受信する別の物体検出モジュールに前記プロービングスレーブモードで動作させる、信号をブロードキャストする、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記システムは、前記プロービングスレーブモードで動作する前記物体検出モジュールが肯定応答を提供する場合に、前記プロービングマスタモードで動作する物体検出モジュール及び前記プロービングスレーブモードで動作する別の物体検出モジュールを互いの近隣として登録する制御エンティティを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記システムは、前記プロービングマスタモードで動作する物体検出モジュール及び前記プロービングスレーブモードで動作する別の物体検出モジュールが近隣として登録されており、前記プロービングスレーブモードで動作する前記物体検出モジュールが肯定応答を一切提供しない場合に機能不良を登録する制御エンティティを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記システムが、一定の時間間隔の間、物体検出モジュールを前記プロービングマスタモードで動作させ、別の物体検出モジュールを前記プロービングスレーブモードで動作させる、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記システムが、それぞれの時間間隔の間、前記複数の物体検出モジュールのそれぞれを前記プロービングマスタモードで動作させ、前記複数の物体検出モジュールの他のそれぞれを前記プロービングスレーブモードで動作させる、請求項 1、2、5 又は 6 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記制御エンティティが、前記それぞれの時間間隔の間に報告されるそれぞれの肯定応答に基づいて、前記複数の物体検出モジュールのトポロジを求める、請求項 2、5 又は 6 に従属する請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

それぞれの物体検出モジュールが、それぞれの通信モジュールに関連し、物体検出モジュールからのプロービング放射に応答して近隣の物体検出モジュールが肯定応答を提供する限り、前記物体検出モジュールに関連する通信モジュールは、前記近隣の物体検出モジュールに関連する近隣の通信モジュールにメッセージを転送し、さもなければ、前記物体検出モジュールのプロービング放射に応答して肯定応答を提供する別の近隣の物体検出モジュールに関連する別の近隣の通信モジュールにメッセージを転送する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記別の物体検出モジュールが、前記肯定応答の中に、前記別の物体検出モジュールを一意に識別する識別データを含める、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記別の物体検出モジュールが、前記物体検出モジュールとは別個の通信インターフェイスを介して前記肯定応答を提供する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 13】

特定の波長範囲内の放射から物体を検出し、物体を検出することに応じて制御を実行することのできる標準モードで動作する、請求項 1 に記載のシステム内で使用するための物

10

20

30

40

50

体検出モジュールであって、前記特定の波長範囲内のプロービング放射を生成するプロービングマスタモードで動作し、別の物体検出モジュールからプロービング放射を受け取ることに応答して肯定応答を提供するプロービングスレーブモードで動作する、物体検出モジュール。

【請求項 1 4】

特定の波長範囲内の放射から物体を検出し、物体を検出することに応じて制御を実行することができる標準モードで動作する複数の物体検出モジュールを含むシステムを動作させる方法であって、

物体検出モジュールが、前記特定の波長範囲内のプロービング放射を生成するプロービングマスタモードで動作させられ、別の物体検出モジュールが、前記プロービング放射を受け取ることに応答して肯定応答を提供するプロービングスレーブモードで動作させられる、プロービング段階

を含む方法。

【請求項 1 5】

1 組の命令を実行することができるプロセッサが請求項 1 4 に記載の方法を実行できるようにする、1 組の命令を含むコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の一態様は、複数の物体検出モジュールを含むシステムに関する。システムは、例えば、それぞれの物体検出モジュールを備えるそれぞれの照明ユニットを含む照明システムであり得る。物体検出モジュールは、例えばレーダー探知機の形を取ることができる。本発明の他の態様は、複数の物体検出モジュールを含むシステムを操作する方法、及びその方法をプロセッサが実行できるようにするコンピュータプログラム製品に関する。

【背景技術】

【0002】

物体検出器は、特定の波長範囲内の放射から物体を検出することができる。例えば、物体検出器は、レーダー波長範囲内の伝送信号を生成することができる。伝送信号は、物体検出器の周りの言わば検出領域をカバーする。この検出領域内にある物体は、レーダー波長範囲内の伝送信号の反射を引き起こす。物体検出モジュールは、物体から発せられるこの反射から物体を検出することができる。別の例として、物体検出器は、赤外波長範囲内で物体から発せられる放射により、例えば人間などの比較的暖かい物体を検出することができる。

【0003】

照明システムは、それぞれの物体検出器を備えるそれぞれの照明ユニットを含むことができる。照明ユニットの物体検出器が物体を検出する場合、物体検出器は、照明ユニットをアクティブモードにすることができる。例えば、その物体が近隣の照明ユニットに向かって移動している場合、物体検出器は、近隣の照明ユニットもアクティブモードにすることができる。逆に、特定の照明ユニットの物体検出器が物体を一切検出せず、近隣の照明ユニットの近隣の物体検出器も物体を一切検出しない場合、その特定の照明ユニットはアイドルモード状態にあり得る。アイドルモードは電力を節約し、所謂光害を減らす。

【0004】

上述の照明システムでは、それぞれの照明ユニットが、それぞれの通信モジュールをさらに備えることができる。従って、照明ユニットは、別の照明ユニット又はシステムコントローラにメッセージを伝送することができる。例えばそのメッセージは、識別データ、物体の検出に関するデータ、又は照明ユニット内の故障に関するデータを含むことができる。それぞれの通信モジュールは、システムコントローラが、コマンドなどのデータを特定の照明ユニット又は特定の照明ユニット群に送ることをさらに可能にする。

【0005】

GB 2 444 734号として発行された英国特許出願は、道路に沿って通る物体に照明を提供する街路照明システムについて記載している。動き検出レーダーの形を取ることができる1つ又は複数のセンサにより、物体があることが検出される。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

複数の物体検出モジュールを含むシステムの、比較的高信頼の自動導入及び保守を可能にする解決策が求められている。

【0007】

本発明の一態様によれば、システムは複数の物体検出モジュールを含む。物体検出モジュールは、特定の波長範囲内の放射から物体を検出する。このシステムは、物体検出モジュールをプロービングマスタモードで動作させるように動作可能である。このモードでは、物体検出モジュールが特定の波長範囲内のプロービング放射を作り出す。別の物体検出モジュールは、プロービングスレーブモードで動作させられる。このモードでは、この他の物体検出モジュールが、プロービング放射を受け取ることに応答して肯定応答を提供する。

【0008】

このようなプロービング方式は、近隣の物体検出モジュールがあることを検出し又は確認することに加え、近隣の物体検出モジュールが正しく機能していることを検証できるようにする。つまり、このプロービング方式は少なくとも2つの異なる目的に適う。例えば、照明システムのトポロジを求めるために、及び故障を検出するためにプロービング方式が使われ得る。このプロービング方式を適用することによって求められるトポロジは、受け取られる放射から物体を検出できる物体検出モジュールしか示さない。この機能を有さない正常に機能していないいかなる物体検出モジュールも、自動的にトポロジから省かれる。

【0009】

本発明の実装形態は、別々の段落の中で説明される以下の追加の特徴の1つ又は複数を有利には含む。これらの追加の特徴は、比較的高信頼の自動導入及び保守を達成するのにそれぞれ貢献する。

【0010】

プロービングマスタモードで動作する物体検出モジュールは、複数の異なる方向のうちの少なくとも1つにプロービング放射を集中させるように有利には構成される。本システムは、プロービング放射が集中される方向を、プロービングスレーブモードで動作する別の物体検出モジュールからの肯定応答に関連させるように構成される制御エンティティを有利には含む。これらの追加の特徴は、システムの導入及び保守のための比較的詳細な情報を得ることを可能にする。

【0011】

本システムは、プロービングマスタモードで動作する物体検出モジュール及びプロービングスレーブモードで動作する別の物体検出モジュールに初期段階を実行させるように有利には動作可能である。この初期段階では、プロービングスレーブモードで動作する物体検出モジュールが存在指示放射 (presence-indicating radiation) を作り出す。プロービングマスタモードで動作する物体検出モジュールは、この物体検出モジュールに存在指示放射が到達する方向を検出するように、それぞれの異なる方向に受信感度を続けて集中させる。プロービングマスタモードで動作する物体検出モジュールは、その後この方向にプロービング放射を集中させるように有利には構成される。これらの追加の特徴は、システムに新たに追加された物体検出モジュールを自動で且つ高信頼に検出するのに貢献する。さらに、これらの特徴は効率的なプロービングセッションを可能にする。

【0012】

プロービングマスタモードで動作する物体検出モジュールは、信号であって、その信号を受信する他の物体検出モジュールにプロービングスレーブモードで動作させる、信号を

10

20

30

40

50

ブロードキャストするように有利には構成される。これらの追加の特徴は、システムに新たに追加された物体検出モジュールを自動で且つ高信頼に検出するのにさらに貢献し、効率的なプロービングセッションにさらに貢献する。

【0013】

本システムは、プロービングスレーブモードで動作する物体検出モジュールが肯定応答を提供する場合に、プロービングマスタモードで動作する物体検出モジュール及びプロービングスレーブモードで動作する別の物体検出モジュールを互いの近隣として登録するように構成される制御エンティティを有利には含む。これらの追加の特徴は、システムの導入及び保守のための比較的詳細な情報を得ることに貢献する。

【0014】

本システムは、プロービングマスタモードで動作する物体検出モジュール及びプロービングスレーブモードで動作する別の物体検出モジュールが近隣として登録されており、プロービングスレーブモードで動作する物体検出モジュールが如何なる肯定応答を提供しない場合に、機能不良を登録するように構成される制御エンティティを有利には含む。これらの追加の特徴は、機能不良を自動で且つ高信頼に検出するのに貢献する。

【0015】

本システムは、一定の時間間隔の間、物体検出モジュールをプロービングマスタモードで動作させ、他の物体検出モジュールをプロービングスレーブモードで動作させるように有利には構成される。これらの追加の特徴は、機能不良を早期に検出するのに貢献する。

【0016】

本システムは、それぞれの時間間隔の間、複数の物体検出モジュールのそれぞれをプロービングマスタモードで動作させ、複数の物体検出モジュールの他のそれぞれをプロービングスレーブモードで動作させるように構成される。これらの追加の特徴は、システムの導入及び保守のための比較的詳細な情報を得ることに貢献する。

【0017】

制御エンティティは、それぞれの時間間隔の間に報告されるそれぞれの肯定応答に基づいて、複数の物体検出モジュールのトポロジを求めるように有利には構成される。このことは、システムの効率的な導入及び保守に貢献する。

【0018】

それぞれの物体検出モジュールは、それぞれの通信モジュールに有利には関連する。物体検出モジュールからのプロービング放射に応答して近隣の物体検出モジュールが肯定応答を提供する限り、物体検出モジュールに関連する通信モジュールは、近隣の物体検出モジュールに関連する近隣の通信モジュールにメッセージを転送するように構成され得る。さもなければ、肯定応答が提供されていない場合、メッセージは、物体検出モジュールのプロービング放射に応答して肯定応答を提供する別の近隣の物体検出モジュールに関連する別の近隣の通信モジュールに転送される。このことは、システム内の高信頼通信に貢献する。

【0019】

それぞれの物体検出モジュールは、それぞれのレーダー探知機を有利には含み、それによりプロービング放射はレーダー信号の形を取る。

【0020】

それぞれの物体検出モジュールは、それぞれの照明構成の一部を形成することができる。

【0021】

本発明並びに追加の特徴を説明するために、特定の実施形態の詳細な説明が図面に関して与えられる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】複数の感知及び通信モジュールを含む街路照明システムを示す概略図である。

【図2】感知及び通信モジュールを示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【図 3】街路照明システムを動作させる方法におけるプロービングセッションを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0023】

図 1 は、街路照明システム S L S を概略的に示す。街路照明システム S L S は、物体 O B が移動し得る 1 つ又は複数の道に沿って配置される複数の街灯柱 (lamppost) L P 1 - L P 5 を含む。街灯柱 L P 1 は、照明ユニット L I 1 並びに感知及び通信ユニット (sensing and communication unit) S C 1 を含む。感知及び通信ユニット S C 1 は、好ましくは街灯柱 L P 1 の照明ユニット L I 1 に組み込まれる。そこでは、感知及び通信が攻撃、とりわけ破壊行為を受ける心配が比較的にない。このことは、それぞれの照明ユニット L I 2 - L I 5 並びにそれぞれの感知及び通信ユニット S C 2 - S C 5 を含む、図 1 に示す他の街灯柱 L P 2 - L P 5 にも等しく当てはまる。街路照明システム S L S は、電源 E P S 及びシステムコントローラ S C T をさらに含む。配電ケーブル C B は、街灯柱 L P 1 - L P 5 を電源 E P S に電氣的に結合する。無線通信インターフェイス W I F は、街灯柱 L P 1 - L P 5 をシステムコントローラ S C T に通信可能に結合する。街路照明システム S L S の別の改変形態では、配電ケーブル C B が、破線によって図示する分配結合器 S C により、街灯柱 L P 1 - L P 5 をシステムコントローラ S C T に通信可能に結合する。

【0024】

街路照明システム S L S は、基本的に以下のように動作する。図 1 に示す感知及び通信ユニット S C 1 - S C 5 のいずれかである感知及び通信ユニットは、システムコントローラ S C T 並びに他の感知及び通信ユニットと直接又はシステムコントローラ S C T を介して通信することができる。このシステム通信は、例えば配電ケーブル C B により有線形式で行われてもよい。後者の場合、分配結合器 S C が、システムコントローラ S C T からのデータを電源 E P S が提供する電力信号 P W 上に言わば重ね合わせることができる。逆に、分配結合器 S C は、感知及び通信ユニットが電力信号 P W 上に重ね合わせたデータを抽出することもできる。

【0025】

システム通信は、好ましくはホッピング式の無線形式で行われてもよい。データは、ある感知及び通信ユニットから、送信側エンティティと宛先エンティティとの間の一連の感知及び通信ユニットの中の別の感知及び通信ユニットに言わばホップすることができる。そのようなホッピング方式は、比較的電力効率がよい。感知及び通信ユニットには、近隣のユニットにのみ到達する比較的短距離の無線通信用の伝送電力があれば十分である。

【0026】

例えば、街灯柱 L P 4 の感知及び通信ユニット S C 4 は、システムコントローラ S C T にメッセージを送信しなければならないと想定されたい。この場合、感知及び通信ユニット S C 4、S C 3、S C 2、及び S C 1 は、ホッピング式にメッセージが転送され得るチェーンを形成することができる。街灯柱 L P 4 の感知及び通信ユニット S C 4 は、街灯柱 L P 3 の感知及び通信ユニット S C 3 にまずメッセージを送る。その後、街灯柱 L P 3 の感知及び通信ユニット S C 3 が、そのメッセージを街灯柱 L P 2 の感知及び通信ユニット S C 2 に渡す。その後、街灯柱 L P 2 の感知及び通信ユニット S C 2 が、そのメッセージを街灯柱 L P 1 の感知及び通信ユニット S C 1 に渡す。最後に、街灯柱 L P 1 の感知及び通信ユニット S C 1 が、そのメッセージを無線通信インターフェイス W I F に渡し、無線通信インターフェイス W I F はそのメッセージをシステムコントローラ S C T に伝送する。感知及び通信ユニット S C 4、S C 5、S C 2、及び S C 1 は、街灯柱 L P 3 の感知及び通信ユニット S C 3 に故障がある場合に使用され得る、代替りのチェーンを形成することができる。

【0027】

街灯柱 L P 1 - L P 5 の感知及び通信ユニット S C 1 - S C 5 は、それぞれ異なるモード、すなわち、標準モード、プロービングマスタモード、及びプロービングスレーブモードで動作することができる。これらのモードは、それぞれ以下でより詳細に説明される。

これらのモードのそれぞれにおいて、感知及び通信ユニットは、好ましくはシステムコントローラ S C T 並びに他の街灯柱の感知及び通信ユニットと直接又はシステムコントローラ S C T を介して通信することができる。

#### 【0028】

標準モードでは、街灯柱の感知及び通信ユニットは、物体を検出することに応じて街灯柱の照明ユニットを制御する。例えば、街灯柱 L P 2 の感知及び通信ユニット S C 2 は、図 1 に示す物体 O B を検出すると想定されたい。この場合、街灯柱 L P 2 が所与の光量を作り出すように、感知及び通信ユニット S C 2 は街灯柱 L P 2 の照明ユニット L I 2 をアクティブモードで動作させることができる。その物体が街灯柱 L P 5 に向かって移動していることを、街灯柱 L P 2 の感知及び通信ユニット S C 2 が検出するとさらに想定されたい。この場合、感知及び通信ユニット S C 2 は、このことを街灯柱 L P 5 の感知及び通信ユニット S C 5 に知らせることができる。それに応答して、街灯柱 L P 5 の感知及び通信ユニット S C 5 は、この街灯柱の照明ユニット L I 5 をアクティブモードで動作させることができる。この例では、照明の制御がローカルに行われる。しかしながら、照明の制御はシステムコントローラ S C T により集中型の方式で行われてもよい。

#### 【0029】

通常、図 1 に示す感知及び通信ユニット S C 1 - S C 5 のいずれかである得る感知及び通信ユニットは、特定の波長範囲内の放射から物体を検出する。例えば、感知及び通信ユニットは、このユニットが一部を形成する街灯柱の周りの言わば検出領域をカバーするレーダー放射を作り出すことができる。この検出領域内にある物体は、このレーダー放射の反射を引き起こす。感知及び通信ユニットは、レーダー波長範囲内で物体から発せられるこの反射から物体を検出することができる。別の例として、感知及び通信ユニットは、赤外波長範囲内で物体から発せられる放射により、比較的暖かい物体を検出することができる。

#### 【0030】

プロービングマスタモードでは、感知及び通信ユニットは、それにより物体が検出される特定の波長範囲の放射内のプロービング放射を生成する。感知及び通信ユニットは、比較的近くの街灯柱の感知及び通信ユニットがプロービング放射を受け取ることができるようにプロービング放射を伝送する。つまり、比較的近くの街灯柱の感知及び通信ユニットが、プロービング放射を常時受け取ることになる。「比較的近くの」という用語は、2つの近隣の街灯柱の間の典型的な通達距離 (distance range) を指す。この典型的な通達距離は、例えば街灯柱が提供可能な典型的な光強度、街灯柱の典型的な高さ、又はその両方に応じて応用ごとに異なり得る。

#### 【0031】

プロービングスレーブモードでは、プロービングマスタモードで動作する別の感知及び通信ユニットからのプロービング放射を受け取る感知及び通信ユニットが肯定応答を提供する。プロービング放射を受け取る感知及び通信ユニットは、この肯定応答をプロービングマスタモードで動作する感知及び通信ユニットに送ることができる。次いで、後者のユニットは、この肯定応答を報告するメッセージをシステムコントローラ S C T に送ることができる。代替的に、プロービング放射を受け取る感知及び通信ユニットは、肯定応答をシステムコントローラ S C T に直接送ってもよい。いずれにせよ、この肯定応答は、肯定応答を提供する感知及び通信ユニット並びにそのユニットを含む街灯柱が街路照明システム S L S 内にあることを示す。さらにこの肯定応答は、感知及び通信ユニットが、関係している特定の波長内の放射から物体を検出できることを確認する。従ってこの肯定応答は、例えば存在検出、存在確認、故障検出など、様々な異なる目的の少なくとも 1 つに適用することができる。

#### 【0032】

感知及び通信ユニットは、一定の時間間隔の間、好ましくはプロービングマスタモードで動作する。これは、高信頼の自動故障検出を達成することに貢献する。例えば、感知及び通信ユニットは、日光があり照明が必要とされないとき、少なくとも 1 日に 1 回プロー

ビングマスターモードで動作することができる。システムコントローラ S C T は、感知及び通信ユニットをプロービングマスターモードで定期的に動作させることができる。代替的に、感知及び通信ユニットは、自発的にプロービングマスターモードで定期的に動作してもよい。その場合、感知及び通信ユニットは、プロービングマスターモードに入る前に、好ましくは他の、とりわけ近隣の感知及び通信ユニットと共働する。感知及び通信ユニットは、もしあればシステムコントローラ S C T と共働することができる。

#### 【0033】

街灯柱の感知及び通信ユニットがプロービングマスターモードで動作する場合、近隣の街灯柱の感知及び通信ユニットは、好ましくはプロービングスレーブモードで動作すべきである。システムに新たに追加された街灯柱の感知及び通信ユニットも、好ましくはプロービングスレーブモードで動作すべきである。例えば、プロービングマスターモードで動作する感知及び通信ユニットは、このモードの初期段階において、近隣の感知及び通信ユニットをプロービングスレーブモードで動作させる信号をブロードキャストすることができる。別の例として、システムコントローラ S C T が、上述の感知及び通信ユニットをプロービングスレーブモードで動作させてもよい。

10

#### 【0034】

システムコントローラ S C T は、それぞれの街灯柱のそれぞれの感知及び通信ユニットをプロービングマスターモードで続けて動作させることができる。つまり、それぞれの感知及び通信ユニットが、それぞれの時間間隔の間に順々にプロービングマスターモードで動作させられる。これは、システムコントローラ S C T なしでも実現され得る。それぞれの感知及び通信ユニットは、自律的にこれらのうちの1つを協調的な方法によりプロービングマスターモードで動作させることができる。どちらの手法も、街路照明システム S L S 内で、感知及び通信ユニットのそれぞれのクラスタがプロービングモードで動作するように続けて指定されることを実現する。そのようなクラスタ内では、1つの感知及び通信ユニットがプロービングマスターモードコマンドで動作するのに対し、クラスタの他の感知及び通信ユニットはプロービングスレーブモードで動作する。

20

#### 【0035】

図2は、図1に示す感知及び通信ユニットを表すものとみなすことができる、感知及び通信ユニット S C を概略的に示す。従って、図2に示す感知及び通信ユニット S C は、街灯柱 L P 1 - L P 5 のいずれかに含まれてもよい。感知及び通信ユニット S C は、アンテナ構成 A A、レーダー送信機 T X、レーダー受信機 R X、及びコントローラ C T を含む。上述のエンティティが、共同で物体検出モジュール O D M の一部を形成する。レーダー送信機 T X 及びレーダー受信機 R X は、共同でレーダー探知機を構成する。

30

#### 【0036】

感知及び通信ユニット S C は、通信インターフェイス C I F をさらに含む。通信インターフェイス C I F は、コントローラ C T をシステムコントローラ S C T 並びに他の街灯柱の他の感知及び通信ユニットのコントローラに通信可能に結合する。通信インターフェイス C I F は、無線通信用のトランシーバを含むことができる。通信インターフェイス C I F は、例えば Bluetooth (登録商標) や Zigbee (登録商標) などの短距離無線通信プロトコルに従って動作することができる。代替的に、通信インターフェイス C I F ユニットは、図1に示す配電ケーブル C B を介した有線通信用の分配結合器を含むことができる。分配結合器は、図1に示す分配結合器 S C と同様のものとすることができる。

40

#### 【0037】

より詳細には、コントローラ C T は、命令実行構成及び以下に記載する様々な操作をコントローラ C T に実行させる1組の命令を含むプロセッサの形を取ることができる。コントローラ C T は、物体検出モジュール O D M 並びにそのモジュールが関連する街灯柱を一意に識別する識別データ I D を含むことができる。コントローラ C T は、感知及び通信ユニット S C と同じ街灯柱の一部を形成する照明ユニット L I に通信可能に結合される。そのために、感知及び通信ユニット S C は、簡略化するために図2には不図示の制御インターフェイスを含むことができる。

50

## 【0038】

アンテナ構成A Aは、好ましくは指向性タイプのものである。その場合、アンテナ構成A Aは、ビームステアリング回路で補完されてもよいビーム形成回路に結合される複数のアンテナを含むことができる。ビーム形成回路は、典型的には、移相器一式 (a bank of phase shifters)、遅延線一式 (a bank of delay lines)、又はその両方を含む。ビーム形成回路は、移相器一式又は遅延線一式のどちらがビーム形成回路内にあっても、それらに結合される増幅器一式 (a bank of amplifiers) をさらに含むことができる。ビーム形成回路は、送信モード並びに受信モードで動作するように構成されてもよい。そのために、ビーム形成回路は、送信増幅器及び受信増幅器を含むことができる。

## 【0039】

感知及び通信ユニットS Cは、基本的に以下のように動作する。レーダー送信機T Xが、レーダー波長範囲内の所与の周波数を有するレーダー送信信号T Sを生成する。以下、レーダー送信周波数と呼ぶこの周波数は、コントローラC Tが制御することができる。そのために、コントローラC Tは、レーダー送信周波数を定める送信制御データT Cをレーダー送信機T Xに適用する。コントローラC Tは、送信制御データT Cにより他の送信パラメータを定めることもできる。例えば、コントローラC Tは、例えばパルス変調やのこぎり歯形周波数変調など、レーダー送信信号T Sの特定の種類の変調を定めることができる。別の例として、コントローラC Tは送信電力を定めることができる。アンテナ構成A Aが送信増幅器を含む場合、送信制御データT Cはアンテナ構成A Aにも適用される。

## 【0040】

アンテナ構成A Aは、レーダー送信信号T Sに応答して送信レーダー放射T Rを生成する。アンテナ構成A Aが指向性タイプのものである場合、アンテナ構成A Aは、送信レーダー放射T Rを特定の方向に集中させることができる。コントローラC Tは、アンテナ構成A Aに方向制御データD Cを適用することにより、この特定の方向を決定することができる。コントローラC Tが提供する方向制御データD Cは、このようにして特定の指向性アンテナパターンを定める。アンテナ構成A A内にビームステアリング回路及びビーム形成回路があると仮定し、ビームステアリング回路は、方向制御データD Cをビーム形成回路用の1組の制御信号に変換することができる。方向制御データD Cは、全方向性アンテナパターンも定めることができる。そのためコントローラC Tは、送信レーダー放射T Rを全方向性にするすることができる。

## 【0041】

アンテナ構成A Aは、例えば物体検出モジュールO D Mに十分近い物体からレーダー放射R Rを受け取ることができる。受信されるこのレーダー放射R Rは、送信レーダー放射T Rの反射として物体から発せられる。いずれにせよ、アンテナ構成A Aは、もしあれば受信されるレーダー放射R Rの特徴を示す成分を含む受信信号R Sを提供する。以下、この成分を受信レーダー信号成分と呼ぶ。受信レーダー信号成分は、レーダー波長範囲内の周波数を有する。以下、この周波数を受信レーダー周波数と呼ぶ。受信レーダー放射R Rが送信レーダー放射T Rの反射である場合、受信レーダー周波数はレーダー送信周波数に比較的近くなる。反射を引き起こす物体が物体検出モジュールO D Mに対して固定されている場合、受信レーダー周波数はレーダー送信周波数と同一でさえあり得る。

## 【0042】

レーダー受信機R Xは、受信信号R Sが受信レーダー信号成分を含むかどうかを検出するように受信信号R Sを処理する。さらに、レーダー受信機R Xは、例えば振幅や周波数など、受信レーダー信号成分の1つ又は複数のパラメータを明らかにすることができる。より詳細には、レーダー受信機R Xは、受信レーダー周波数とレーダー送信周波数との間の周波数差を明らかにすることができる。レーダー受信機R Xは、レーダー信号成分があるかどうかを示すレーダー検出データR DをコントローラC Tに与える。レーダー検出データR Dは、もしあればレーダー信号成分の1つ又は複数のパラメータに関する指示を任意選択的に含んでもよい。

## 【0043】

コントローラ C T は、1 つ又は複数の受信パラメータを定めることができる。そのため、コントローラ C T は、受信制御データ R C をレーダー受信機 R X に適用することができる。例えば、コントローラ C T は、受信周波数及び受信帯域幅に関して特徴付けられ得る受信周波数帯域を定めることができる。コントローラ C T は、受信制御データ R C により、さらなる受信パラメータを定めることができる。例えば、コントローラ C T は、レーダー信号成分を検出するための 1 つ又は複数の閾値を定めることができる。レーダー受信機 R X は、受信レーダー周波数とレーダー送信周波数との間に存在し得る周波数差のそれぞれの範囲に対し、それぞれの閾値を適用することができる。

#### 【0044】

物体検出モジュール O D M は、受信レーダー放射 R R が発せられる方向を明らかにすることができる。そのために、受信感度が特定の方向に集中されるよう、アンテナ構成 A A は受信モードの指向性アンテナパターンを提供することができる。上記で述べたように、コントローラ C T が提供する方向制御データ D C は指向性アンテナパターンを定め、従って受信感度が集中される特定の方向を定める。コントローラ C T は、アンテナ構成 A A に、様々な異なる方向に受信感度を続けて集中させることができる。コントローラ C T は、ある所与の方向について、受信レーダー信号成分があることをレーダー検出データ R D が示すかどうか確認することができる。この検査が肯定的な場合、コントローラ C T は、受信レーダー放射 R R が関係している方向から発せられると判定することができる。以下、このプロセスは受信方向走査と呼ばれる。

#### 【0045】

コントローラ C T は、感知及び通信ユニット S C が動作すべき特定のモードを決定する。モードは、標準モード、プロービングマスタモード、又はプロービングスレーブモードとすることができる。コントローラ C T は、通信インターフェイス C I F を介してコントローラ C T が受信し、送信し、又は送受信するメッセージに基づき特定の動作モードを決定する。例えば、コントローラ C T は、プロービングマスタモードでの動作を要求するメッセージをシステムコントローラ S C T から受け取ることができる。代替的に、プロービングマスタモードでの動作が可能かどうか検証するために、コントローラ C T が率先して他の感知及び通信ユニットとメッセージをやり取りしてもよい。別の例として、コントローラ C T は、プロービングスレーブモードでの動作を要求するメッセージを受け取ることができる。そのようなメッセージは、プロービングマスタモードで動作する別の感知及び通信ユニット S C から発せられてもよい。代替的に、メッセージはシステムコントローラ S C T から発せられてもよい。

#### 【0046】

標準モードでは、コントローラ C T は設定を適用し、物体を検出するために行われる操作を実行する。例えば、コントローラ C T は、感知及び通信ユニット S C のレーダー送信周波数を、他の近隣の感知及び通信ユニットの他のレーダー送信周波数と異なるように設定することができる。これは、相互干渉及び相互干渉から生じ得る誤った物体検出を回避する。コントローラ C T は、レーダー受信機 R X の受信周波数帯域を、受信レーダー周波数とレーダー送信周波数との間の特定の周波数差の範囲しか通過しないように設定することができる。この特定の範囲は、検出しようとする物体の特定の速度範囲を効果的に定める。

#### 【0047】

標準モードでは、データ受信機が提供するレーダー検出データ R D に基づきコントローラ C T が照明の制御を行う。受信レーダー信号成分があることをレーダー検出データ R D が示す場合、コントローラ C T は、言うなれば感知及び通信ユニット S C が一部を形成する街灯柱の近くに物体があると結論づける。するとコントローラ C T は、典型的にはその街灯柱の照明ユニットをアクティブモードで動作させる。そのために、コントローラ C T は、照明制御データ L C を照明ユニット L I に適用することができる。

#### 【0048】

標準モードでは、感知及び通信ユニット S C が指向性の物体検出を実行してもよい。そ

10

20

30

40

50

のために、コントローラC Tは、物体検出モジュールO D Mに上述の受信方向走査を実行させることができる。この代わりに、又はこれに加えて、コントローラC Tは、物体検出モジュールO D Mに送信レーダー放射T Rを様々な異なる方向に続けて集中させることができる。上記に説明したように、コントローラC Tは、方向制御データD Cによりそれを行うことができる。これは、送信レーダー放射T Rがそれぞれの方向に集中されるそれぞれの送信タイムスロットをもたらす得る。コントローラC Tは、ある所与の方向について、受信レーダー信号成分があることをレーダー検出データR Dが示すかどうか確認することができる。この確認が肯定的な場合、コントローラC Tは関係している方向に物体があると判定することができる。コントローラC Tは、物体が位置する方向に関する情報を、その方向に位置する別の街灯柱内にある別のコントローラに送ることができる。他のコントローラは、好ましくは物体の速度に関する情報を伴うこの方向情報を、他の街灯柱内の照明ユニットを制御するために使用することができる。

10

#### 【0049】

プロービングマスタモードでは、コントローラC Tは設定を適用し、送信レーダー放射T Rを近隣の街灯柱が受信できるように、この放射を作り出すために行われる操作を実行する。つまり、プロービングマスタモードでは、送信レーダー放射T Rが、近隣の街灯柱が通常受信し検出すべきプロービング放射を構成する。そのために、コントローラC Tは、プロービング放射が十分強力であるようにレーダー送信機T X及び必要に応じてアンテナ構成A Aを設定することができる。コントローラC Tは、好ましくはプロービング放射の周波数が、近隣の街灯柱内のレーダー受信機の受信周波数帯域の範囲内に収まることを

20

#### 【0050】

例えば、街路照明システムS L Sでは、ある周波数が明確にプロービング用に確保されてもよい。その場合、コントローラC Tは、プロービング放射がこの特定のプロービング周波数を有するようにレーダー送信機T Xを制御する。近隣の街灯柱の物体検出モジュールO D Mも、その受信周波数帯域を特定のプロービング周波数に合わせる。別の例として、コントローラC Tは、標準モードで用いられるレーダー送信周波数を維持することができる。その場合、近隣の街灯柱の物体検出モジュールO D Mは、自らの受信周波数帯域をそのレーダー送信周波数に合わせるものとする。さらに別の例として、近隣の街灯柱の物体検出モジュールO D Mは、標準モードで用いられる受信周波数帯域を維持することができる。その場合、プロービング放射の周波数がこの受信周波数帯域の範囲内に収まるように、コントローラC Tがレーダー送信機T Xを制御するものとする。

30

#### 【0051】

後者の2つの例では、それぞれの物体検出モジュールが使用するそれぞれの周波数に関する情報をシステムコントローラS C Tが提供することができ、又はこの情報は、感知及び通信ユニット間のメッセージ交換によって得られてもよい。さらに別の例として、街路照明システムS L S内の全ての物体検出モジュールが、その動作モードに関係なく同じ周波数で動作するように同期されてもよい。しかしながら、そのような実装形態は、位相雑音に起因する相互干渉に見舞われるかも知れない。

#### 【0052】

プロービングは、好ましくは指向性物体検出と同様に指向性の方式で行われる。指向性のプロービングが適用される場合、コントローラC Tは、アンテナ構成A Aにプロービング放射を様々な異なる方向に続けて集中させる。コントローラC Tは、方向制御データD Cによりそれを行うことができる。これは、典型的にはプロービング放射がそれぞれの方向に集中されるそれぞれのプロービングタイムスロットをもたらす。つまり、特定のプロービングタイムスロット内では、プロービング放射が特定の方向に集中される。

40

#### 【0053】

コントローラC Tは、プロービング中に肯定応答の受信がないか確認することができる。プロービングスレーブモードで動作する感知及び通信ユニットが、プロービング放射の受信に応答して肯定応答を提供する。例えば、コントローラC Tは、通信インターフェイ

50

ス C I F を介して肯定応答を瞬時に受け取ることができる。肯定応答は、好ましくはその肯定応答を提供する感知及び通信ユニットの識別データを含む。プロービングが指向性の場合、コントローラ C T は、肯定応答並びにその中に含まれる識別データをプロービング放射が集中される方向に関連させることができる。

#### 【0054】

プロービングマスタモードの終わりに、コントローラ C T は、肯定応答を提供した近隣の感知及び通信ユニットのリストを効果的に確立している。以下、このリストをプロービング結果リストと呼ぶ。プロービングが指向性であった場合、プロービング結果リストは好ましくは肯定応答に関連する方向を示す。これは、肯定応答を提供した近隣の感知及び通信ユニットが位置する方向である。コントローラ C T は、プロービング結果リストを記憶してもよい。コントローラ C T は、通信インターフェイス C I F を介してプロービング結果リストをシステムコントローラ S C T に送ってもよい。コントローラ C T は、他のそれぞれの感知及び通信ユニットがそのそれぞれのプロービング結果を伝えた場合、街路照明システム S L S 又はその局所的部分のトポロジを求めることができる。

#### 【0055】

プロービングスレーブモードでは、コントローラ C T は設定を適用し、プロービング放射を受信し、その受信に応答して肯定応答を提供するために行われる操作を実行する。プロービングマスタモードで動作する近隣の感知及び通信ユニットがプロービング放射を生成する間、コントローラ C T がレーダー送信機 T X を無効にする。従って、図 2 に示すように受信されるレーダー放射 R R は、通常はプロービング放射であるべきである。コントローラ C T は、レーダー受信機 R X の受信周波数帯域がプロービング放射の周波数に合わせられるようにレーダー受信機 R X を設定する。この周波数は、例えば上述の特定のプロービング周波数とすることができる。

#### 【0056】

コントローラ C T は、受信周波数帯域を比較的狭くすることができる。受信周波数帯域は、例えば街路照明システム S L S 内のそれぞれの物体検出モジュール間に一種の周波数同期がある場合に比較的狭くなり得る。街灯柱は通常固定されているので、受信周波数帯域が好ましくはドップラー周波数シフトの原因である標準モードとは対照的に、説明されるべきドップラー周波数シフトはない。プロービングスレーブモードで受信周波数帯域を比較的狭くすることにより、受信感度が高められる。このことは、所与のプロービング放射出力について比較的長いプロービング距離を可能にし、又は逆に、所与のプロービング距離に比較的適度なプロービング放射出力を可能にする。

#### 【0057】

コントローラ C T は、プロービング放射を受信するための全方向性アンテナパターンをアンテナ構成 A A にもたせることができる。その場合、受信感度は全方向にわたりほぼ均等に分散される。コントローラ C T は、比較的長いプロービング距離の実現に貢献することができる受信方向走査をアンテナ構成 A A に実行させることもできる。その場合、コントローラ C T は、アンテナ構成 A A に受信感度を様々な方向に続けて集中させることができる。プロービングマスタモードで動作する感知及び通信ユニットが上述の指向性の方式でプローブする場合、この受信方向走査は十分速いものとするのが好ましい。その場合、上記ユニットがプロービング放射を特定の方向に集中させる典型的なプロービングタイムスロットの持続時間内に、受信方向走査が好ましくは実行されるべきである。

#### 【0058】

コントローラ C T は、ほぼ固定された指向性アンテナパターンをアンテナ構成 A A にもたせることもできる。その場合、プロービング放射が到達することが予期される特定の方向に、又は少数の特定の方向に受信感度を集中させることができる。コントローラ C T は、例えば前のプロービングセッションからのプロービング結果に基づきその予期される方向を決定することができる。代替的に、又はそれに加えて、コントローラ C T は、プロービングマスタモードで動作する感知及び通信ユニットが初期段階において通信したという情報を使用してもよい。そのような情報は、そのユニットの識別データ I D 並びにプロー

ビング放射を作り出す前にそのユニットが確立した方向情報を含むことができる。システムコントローラ S C T が、かかる情報を提供してもよい。

【0059】

上記に説明したように、レーダー受信機 R X が提供するレーダー検出データ R D は、受信レーダー信号成分があることを示すことができる。プロービングスレーブモードでは、これは通常プロービング放射の受信を示す。コントローラ C T は、その指示に応答して肯定応答を提供する。コントローラ C T は、好ましくは識別データ I D を肯定応答の中に含める。コントローラ C T は、通信インターフェイス C I F を介し、プロービングマスタモードで動作する感知及び通信ユニット S C に肯定応答を瞬時に送ることができる。代替的に、又はそれに加えて、コントローラ C T は、通信インターフェイス C I F を介してシステムコントローラ S C T に肯定応答を送ってもよい。肯定応答は、プロービングの後、いくらかの遅延を伴って提供されてもよい。

10

【0060】

図3は、図1に示す街路照明システム S L S を動作させる方法におけるプロービングセッションを示す。このプロービングセッションは、システムコントローラ S C T、街灯柱 L P 4 の感知及び通信ユニット S C 4、並びに街灯柱 L P 3 の感知及び通信ユニット S C 3 を伴う一連のステップ S 1 - S 12 を含む。図3は、3つの垂直部分に分けられる。左側の部分は、システムコントローラ S C T が実行する様々なステップを示す。中央部分は、街灯柱 L P 4 の感知及び通信ユニット S C 4 が実行する様々なステップを示す。右側の部分は、街灯柱 L P 3 の感知及び通信ユニット S C 3 が実行する様々なステップを示す。

20

【0061】

図3の左側の部分は、従って、図3に関して以下に記載する様々な操作をシステムコントローラ S C T が実行できるようにする1組の命令の、フローチャートによる表現とみなすことができる。同様に、図3の中央部分及び右側の部分は、図3に関して以下に記載する様々な操作を街灯柱 L P 4 の感知及び通信ユニット S C 4 並びに街灯柱 L P 3 の感知及び通信ユニット S C 3 のそれぞれが実行できるようにする命令の組の、フローチャートによる表現とみなすことができる。上記ユニットは、図3に示すプロービングセッションが開始するとき標準モードで動作すると想定される。上述のように、システムコントローラ S C T が街路照明システム S L S のトポロジを既に求めているとさらに想定される。

【0062】

30

ステップ S 1 ( S C 4 \_ P M ) で、システムコントローラ S C T が、街灯柱 L P 4 の感知及び通信ユニット S C 4 にプロービングマスタモード設定メッセージ P M を送る。プロービングマスタモード設定メッセージ P M は、プロービングマスタモードで動作するようにこのユニット S C 4 に命令する。プロービングマスタモード設定メッセージ P M は、かかる操作を求める要求の形を取ることもできる。その場合、システムコントローラ S C T は通常、プロービングマスタモードでの動作を確認する返信メッセージを予期する。

【0063】

ステップ S 2 ( P M M ) で、街灯柱 L P 4 の感知及び通信ユニット S C 4 が、システムコントローラ S C T からのプロービングマスタモード設定メッセージ P M の受信時に、標準モードでの動作からプロービングマスタモード P M M での動作に切り替わる。プロービングマスタモードでは、感知及び通信ユニット S C 4 のコントローラ C T が初期設定を適用し、図2に関して上述した設定及び操作より前にくる初期操作を実行する。つまりプロービングマスタモードは、以下で説明する初期段階を含む。

40

【0064】

プロービングマスタモードの初期段階の一部を形成するステップ S 3 ( B R \_ P S ) で、感知及び通信ユニット S C 4 がプロービングスレーブ設定メッセージ P S をブロードキャストする。プロービングスレーブ設定メッセージ P S は、プロービングスレーブモードで動作するように、このメッセージを受け取る他の感知及び通信ユニットに命令する。プロービングスレーブ設定メッセージ P S は、要求の形を取ることもできる。感知及び通信ユニット S C 4 は、好ましくは自らの通信インターフェイス C I F によりプロービングスレ

50

ープ設定メッセージ P S をブロードキャストする。図 1 を参照し、街灯柱 L P 3 の感知及び通信ユニット S C 3 並びに街灯柱 L P 5 の感知及び通信ユニット S C 5 が、プロービングスレーブ設定メッセージ P S をそれぞれ受け取ると想定されたい。以下、感知及び通信ユニット S C 3 が実行するステップについて説明する。感知及び通信ユニット S C 5 がこれらのステップを実行してもよい。

#### 【0065】

ステップ S 4 ( P S M ) で、街灯柱 L P 3 の感知及び通信ユニット S C 3 が、プロービングマスターモードで動作する感知及び通信ユニット S C 4 からのプロービングスレーブ設定メッセージ P S の受信により、標準モードでの動作からプロービングスレーブモード P S M での動作に切り替わる。プロービングスレーブモードでは、感知及び通信ユニット S C 3 のコントローラ C T が初期設定を適用し、図 2 に関して上述した設定及び操作より前にくる初期操作を実行する。つまり、プロービングスレーブモードも、プロービングマスターモードの初期段階と補完的な初期段階を含む。

#### 【0066】

プロービングスレーブモードの初期段階の一部を形成するステップ S 5 ( T X \_ P I ) で、感知及び通信ユニット S C 3 が、プロービングマスターモードで動作する感知及び通信ユニット S C 4 を対象とする送信レーダー放射を生成する。送信レーダー放射は、後者のユニットに存在指示 ( presence indication ) を提供し、従って以下、存在指示放射 P I と呼ぶ。存在指示放射 P I は、上記に記載したプロービング放射の周波数と同じ周波数を有してもよい。存在指示放射 P I は、全方向性としてことができ、又は好ましくは感知及び通信ユニット S C 4 の方向に集中されてもよい。感知及び通信ユニット S C 3 は、前のプロービングセッションからこの方向を知ることができる。システムコントローラ S C T 又は感知及び通信ユニット S C 4 が、この方向の表示を感知及び通信ユニット S C 3 に与えることも可能である。

#### 【0067】

プロービングマスターモードの初期段階の一部を形成するステップ S 6 ( R X \_ P I ) で、街灯柱 L P 4 の感知及び通信ユニット S C 4 が受信方向走査を実行する。受信方向走査中、レーダー送信機 T X は無効にされる。レーダー受信機 R X は動作可能であり、近隣の感知及び通信ユニットの存在指示放射 P I を受信するように調整される。感知及び通信ユニット S C 4 は、受信感度を様々な方向に続けて集中させる。図 2 を参照し、レーダー検出データ R D は、特定の方向について受信レーダー信号成分があることを示すことができる。これは、存在指示放射 P I を作り出す近隣の感知及び通信ユニットがこの特定の方向内にあることを意味する。従って、ステップ S 5 及び S 6 は付随して実行される。

#### 【0068】

受信方向走査が完了すると、感知及び通信ユニット S C 4 は、それぞれの近隣の感知及び通信ユニットが位置するそれぞれの方向のリストを有効に有する。これは、プロービングマスターモードの初期段階を完了させる。次いで、感知及び通信ユニット S C 4 は、プロービングスレーブモードの初期段階も完了されるべきことを信号で伝える初期段階終了メッセージ I E をそれぞれの感知及び通信ユニットに送ることができる。代替的に、例えば初期段階に割り当てられている所与の時間間隔が満了する結果として、プロービングスレーブモードで動作する感知及び通信ユニットが自律的に初期段階を完了してもよい。

#### 【0069】

ステップ S 7 ( T X \_ P R ) で、プロービングマスターモードで動作する街灯柱 L P 4 の感知及び通信ユニット S C 4 がプロービング放射 P R を生成し、それにより、この放射は先のステップ S 6 で特定されているそれぞれの方向に続けて集中される。従って、プロービング放射 P R は、初期段階で存在指示放射 P I が受信された元であるそれぞれの近隣の通信ユニットに続けて向けられる。残りの部分については、感知及び通信ユニット S C 4 は、プロービングマスターモードに関して図 2 を参照して上述した方法で動作する。従って、感知及び通信ユニット S C 4 は、プロービング放射 P R が向けられる近隣の感知及び通信ユニットの肯定応答を予期する。このようにしてステップ S 7 は、図 2 に関して上述し

たようにプロービング結果リストをもたらす。プロービング結果リストは、近隣の感知及び通信ユニット並びにそれらのユニットが位置するそれぞれの方向を明らかにする。

【0070】

ステップS8(RX\_PR)で、街灯柱LP3の感知及び通信ユニットSC3が、図2に関して上述した方法でプロービングスレーブモードで動作する。従って、感知及び通信ユニットSC3は、街灯柱LP4の感知及び通信ユニットSC4からのプロービング放射PRの受信時に肯定応答ACKを提供する。感知及び通信ユニットSC3がプロービング放射PRを受信又は検出できない場合、そのユニットは肯定応答を一切提供しない。従って、ステップS7及びS8は付随して実行される。

【0071】

ステップS9(CMP)で、プロービングマスタモードで動作する街灯柱LP4の感知及び通信ユニットSC4が、プロービング結果リストを、もしあれば前のプロービングセッションの前のプロービング結果リストと比較する。図2に示すコントローラCTが、この比較を行うことができる。従って、コントローラCTは、もしあれば1つ又は複数の新たな感知及び通信ユニット、並びにもしあれば1つ又は複数の欠けている感知及び通信ユニットを明らかにすることができる。新たな感知及び通信ユニットは、街路照明システムSLSに追加された新たな街灯柱、又は修理された街灯柱を通常示す。欠けている感知及び通信ユニットは、故障又は街路照明システムSLSから除去された街灯柱を通常示す。

【0072】

街路照明システムSLS内では、街灯柱の追加及び除去に関する補足データが入手可能であり得る。その場合、プロービング結果リストを比較することにより明らかにされる新たな及び欠けている街灯柱から、決定的結論を導くことが可能である。最初に、街路照明システムSLSがまさに導入されたとき、第1の、最初のプロービングセッションのプロービング結果リストが、近隣の全ての動作可能な感知及び通信ユニットを示す。

【0073】

ステップS10(NCS?)で、プロービングマスタモードで動作する街灯柱LP4の感知及び通信ユニットSC4が、プロービング結果リストに基づき、新たな通信方式が実施されるべきか否かを評価する。図2に示すコントローラCTがこの評価を実行し、必要に応じて新たな通信方式を実施することができる。例えば図2を参照し、コントローラCTが、システムコントローラSCTに宛てられたメッセージを街灯柱LP3の感知及び通信ユニットSC3に転送するよう、通信インターフェイスCIFを構成したと想定されたい。この通信方式は、感知及び通信ユニットSC4がプロービングマスタモードで動作するプロービングセッション中、一番最後に挙げた感知及び通信ユニットSC3が肯定応答を提供する限り維持される。

【0074】

しかしながら、街灯柱LP3の感知及び通信ユニットSC3が肯定応答を一切提供しない場合、街灯柱LP4の感知及び通信ユニットSC4のコントローラが予防措置として新たな通信方式を実施する。例えば、図1を参照し、新たな通信方式は、街灯柱LP4の感知及び通信ユニットSC4の通信インターフェイスCIFが、システムコントローラSCTに宛てられたメッセージを街灯柱LP5の感知及び通信ユニットSC5に転送すべきことを規定することができる。この例には、後者のユニットSC5がプロービングセッション中に肯定応答を提供しているという条件が付せられる。新たな通信方式は、感知及び通信ユニットSC4から発せられる、又はそのユニットを経由して通るメッセージ用の新たなホッピング経路を伴う。

【0075】

ステップS11(REP)で、プロービングマスタモードで動作する街灯柱LP4の感知及び通信ユニットSC4が、システムコントローラSCTにプロービング報告PRを送る。プロービング報告PRは、プロービング結果リストを含んでもよい。プロービング報告PRは、例えば通信方式の変更など、行われたプロービングセッションに関する他の情報をさらに含んでもよい。プロービング結果リストが直前のプロービングセッションのプ

10

20

30

40

50

ロービング結果リストと同一である場合、プロービング報告 P R は同じであることの表示 (indication) を含んでもよい。この表示は、既に伝達されている前のプロービング結果リストへの参照を有効に構成する。通常、最初のプロービング結果リストの伝達後、プロービング報告 P R はシステムコントローラ S C T に何らかの変更を明らかにすれば十分である。

#### 【0076】

ステップ S 1 2 (U P D ?) で、システムコントローラ S C T が、プロービング報告 P R に基づき街路照明システム S L S のトポロジが更新されるべきか否か評価する。プロービング報告 P R が変更を示す場合、システムコントローラ S C T はその変更を取り入れるようにトポロジを適合させる。

10

#### 【0077】

最初に、街路照明システム S L S がまさに導入されたとき、システムコントローラ S C T は、それぞれの感知及び通信ユニットからのそれぞれの最初のプロービング報告に基づき最初のトポロジを求める。これらの最初のプロービング報告は、それぞれの感知及び通信ユニットからのそれぞれのプロービング結果リストを通常含む。プロービングマスターモードで最初に動作した感知及び通信ユニットから発せられる最初のプロービング報告は、近隣の感知及び通信ユニットを示す。最初のプロービング報告は、この報告を提供する感知及び通信ユニットを基準とした、それらの近隣のユニットが位置するそれぞれの方向をさらに示すことができる。後者では、プロービングが上述のような指向性の方式で行われるとみなす。

20

#### 【0078】

最終的な所見

図面を参照しての上記の詳細な説明は、特許請求の範囲の中で定められる本発明及び追加の特徴の例示に過ぎない。本発明は、数多くの異なる方法で実施され得る。これを解説するために、一部の代替策が簡潔に示される。

#### 【0079】

本発明は、複数の物体検出モジュールを伴う数多くの種類のシステム又は方法に効果的に適用され得る。街路照明は一例に過ぎない。別の例として、本発明は屋内照明システムに効果的に適用され得る。さらに別の例として、本発明は複数の物体検出モジュールを含む警報システムに効果的に適用され得る。

30

#### 【0080】

放射から物体を検出する様々な異なる方法がある。レーダー放射の送受信による物体検出は一例に過ぎない。別の例として、物体検出は超音波放射の送受信に基づいてもよい。さらに別の例として、物体検出は赤外線放射の受信のみに基づいてもよい。従って、「物体検出モジュール」という用語は広い意味で理解されるべきである。この用語は、物体から発せられる、受け取られる放射から物体を検出することができるあらゆるエンティティを包含する。

#### 【0081】

プロービングは必ずしも指向性の方式で行われなくてもよいが、指向性の方式で行うことが有利である。プロービング放射は全方向性でもよく、プロービング放射は全方向性の感度で受信されてもよい。その場合、プロービングは近隣の識別だけを行う可能性がある。基本的なトポロジを求め、故障を検出するにはこれで十分であり得る。そのような全方向性の実装形態では、プロービングスレーブモードで付随的に動作するそれぞれの物体検出モジュールに、肯定応答を提供するためのそれぞれのタイムスロットが割り当てられてもよい。こうすることで肯定応答間の衝突を回避することができる。

40

#### 【0082】

本発明によるシステムは、必ずしもシステムコントローラを含まなくてもよい。物体検出モジュールが、例えばプロービングなどのシステム制御動作を状況に合わせて集合的に実施してもよい。例えば、協調プロトコルは、比較的近くにある物体検出モジュールがプロービングマスターモードで同時に動作するのを防ぐことができる。さらに、物体検出モジ

50

ジュールは、メディアアクセス制御（MAC）プロトコルに従って互いに通信することができる。物体検出モジュールは、同じシステムの一部を形成する他の物体検出モジュールにプロービング結果をブロードキャストすることができる。次いで物体検出モジュールは、故障情報を含め、システムのトポロジを局所的に求めることができる。

#### 【0083】

本発明によるシステムは、必ずしも電源及び配電ケーブルを含まなくてもよい。例えば、各街灯柱は、例えば電池によって補完され得るソーラーパネルにより個々に給電されてもよい。そのような実装形態では、街灯柱は通常、無線方式で互いに通信する。

#### 【0084】

本発明によるシステムは、通信モジュールを備える物体検出モジュールを必ずしも含まなくてもよいが、物体検出モジュールを含むことは有利であり得る。物体検出モジュールは、データを伝送するための担体としてプロービング放射又は同様の放射を使うことにより、別の物体検出モジュールと通信することができる。これに関連して、肯定応答は、瞬時に又はプロービングセッション中に提供されなくてもよいことに留意すべきである。肯定応答は、プロービングセッションが完了されたときに提供されてもよい。

#### 【0085】

通常、本発明を実装する数多くの異なる方法があり、様々な実装形態は異なるトポロジを有してもよい。ある所与のトポロジにおいて、単一のモジュールがいくつかの機能を実行することができ、又はいくつかのモジュールが共同で単一の機能を実行してもよい。これに関連して、図面は非常に概略的である。例えば図2を参照すると、コントローラCT、及び通信インターフェイスCIFの少なくとも一部が単一の集積回路モジュールの一部を形成することができる。

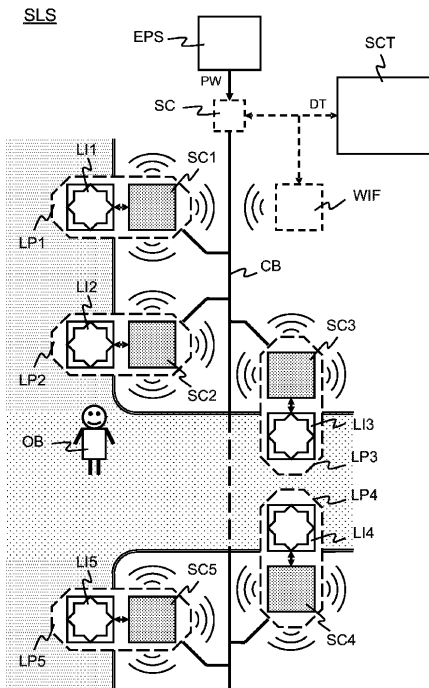
#### 【0086】

ハードウェア、ソフトウェア、又はその両方の組合せによって実装され得る数多くの機能がある。ソフトウェアベースの実装形態の説明は、ハードウェアベースの実装形態を除外せず、逆の場合も同様である。1つ又は複数の専用回路並びに1つ又は複数の適切にプログラムされたプロセッサを含む混成実装形態も可能である。例えば、図面に関して上述した様々な機能が1つ又は複数の専用回路によって実装されてもよく、特定の回路トポロジは特定の機能を定める。

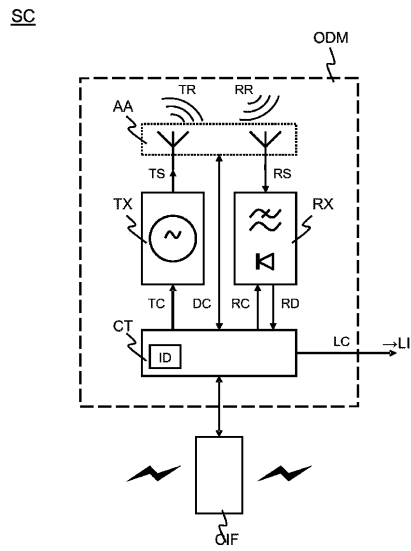
#### 【0087】

かかる所見は、図面に関する詳細な説明が本発明の限定ではなく例示であることを示す。本発明は、添付の特許請求の範囲内の数多くの代替的方法で実施され得る。特許請求の範囲の意味及び均等性の範囲に含まれる変更形態はいずれも、特許請求の範囲に包含される。請求項の中の参照記号はいずれも、その請求項を限定するものとして解釈されるべきではない。「含む」という用語は、請求項の中に挙げる要素又はステップ以外の要素又はステップがあることを除外しない。要素又はステップの前にくる語「a」又は「an」は、その要素又はステップが複数あることを除外しない。それぞれの従属請求項がそれぞれの追加の特徴を定めるという単なる事実、特許請求の範囲において反映されているものの追加の特徴の組合せを除外することはない。

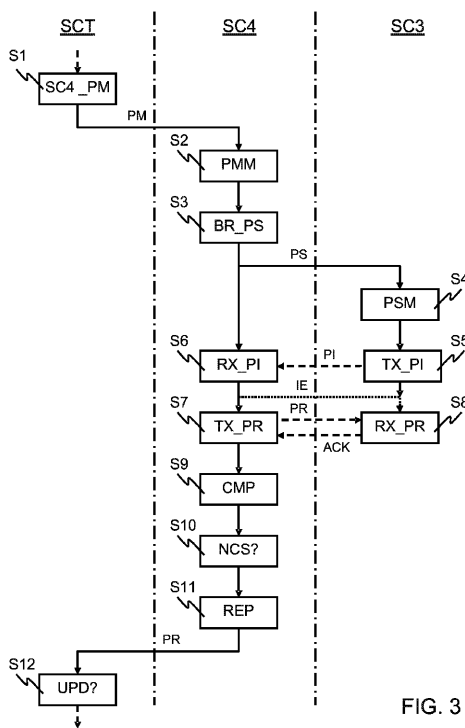
【図 1】



【図 2】



【図 3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ファン ザイル パウルス トーマス マリア  
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 深田 高義

(56)参考文献 英国特許出願公開第02470926 (GB, A)  
米国特許出願公開第2009/0033545 (US, A1)  
特開2004-282490 (JP, A)  
特開2009-259584 (JP, A)  
米国特許出願公開第2003/0054767 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01S 13/87  
G01S 7/40  
H05B 37/02