

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6030446号
(P6030446)

(45) 発行日 平成28年11月24日(2016.11.24)

(24) 登録日 平成28年10月28日(2016.10.28)

(51) Int.Cl.

HO4W 84/18 (2009.01)

F 1

HO4W 84/18

請求項の数 19 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-503421 (P2012-503421)
(86) (22) 出願日	平成22年3月31日 (2010.3.31)
(65) 公表番号	特表2012-522460 (P2012-522460A)
(43) 公表日	平成24年9月20日 (2012.9.20)
(86) 國際出願番号	PCT/US2010/000967
(87) 國際公開番号	W02010/117426
(87) 國際公開日	平成22年10月14日 (2010.10.14)
審査請求日	平成25年3月5日 (2013.3.5)
審判番号	不服2015-5322 (P2015-5322/J1)
審判請求日	平成27年3月20日 (2015.3.20)
(31) 優先権主張番号	12/384,012
(32) 優先日	平成21年3月31日 (2009.3.31)
(33) 優先権主張国	米国 (US)

(73) 特許権者	597115727 ローズマウント インコーポレイテッド アメリカ合衆国 55317 ミネソタ州 、チャナッセン、マーケット・ブルバード 8200
(74) 代理人	100098914 弁理士 岡島 伸行
(72) 発明者	オース, ケリー, マイケル アメリカ合衆国 55124 ミネソタ, アップル ヴァレー, ハイビュー ドライヴ 15621

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】無線メッシュネットワーク内の異種無線機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

各第1のノードがフィールドデバイスと、第1の通信範囲を有する無線機とを含む、複数の第1のノードと、

フィールドデバイスと、前記第1の通信範囲よりも大きい第2の通信範囲を有する無線機とを含み、当該無線機が指向性アンテナを含む、第2のノードとを備える無線メッシュネットワークであって、

前記第1および第2のノードがそれらの通信範囲内で無線メッシュネットワークの他のどのノードとも直接に通信可能である、無線メッシュネットワーク。

【請求項 2】

前記複数の第1のノードの間に散在された、複数の第2のノードをさらに備える、請求項1に記載の無線メッシュネットワーク。

【請求項 3】

前記第1のノードの前記無線機が、全方向性アンテナを有する、請求項1に記載の無線メッシュネットワーク。

【請求項 4】

前記第2のノードの前記無線機が、前記第1のノードの前記無線機よりも、高出力の送信器および高感度の受信器を有する、請求項1に記載の無線メッシュネットワーク。

【請求項 5】

前記第1および第2のノードのうち少なくとも1つと通信可能な、制御室のホストコ

ンピュータをさらに備える、請求項 1 に記載の無線メッシュネットワーク。

【請求項 6】

少なくとも 1 つのノードが、複数のフィールドデバイスを含む、請求項 1 に記載の無線メッシュネットワーク。

【請求項 7】

前記第 2 のノードの前記無線機が、MIMO 技術を使用する、請求項 1 に記載の無線メッシュネットワーク。

【請求項 8】

前記第 2 のノードの前記無線機が、2 つのトランシーバを含む、請求項 7 に記載の無線メッシュネットワーク。

【請求項 9】

前記複数の第 2 のノードが MIMO 技術を使用し、前記複数の第 2 のノードの各々が 2 つ以上の送信機と 2 つ以上の受信機とを使用する、請求項 2 に記載の無線メッシュネットワーク。

【請求項 10】

各ノードがフィールドデバイスと、第 1 のクラスタ内の他のノードと通信可能なリンクバジェットを有する無線機とを含み、少なくとも 1 つのより高いリンクバジェットノードが、第 1 のクラスタ内にないノードと通信可能な指向性アンテナを用いた、より高いリンクバジェット無線機を有する無線機を含む、ノードの第 1 のクラスタと、

各ノードが、フィールドデバイスと、第 2 のクラスタ内の他のノードと通信可能なリンクバジェットを有する無線機を含む、ノードの第 2 のクラスタと
を備える無線メッシュネットワークであって、

前記第 1 のクラスタの前記より高いリンクバジェットノードが、前記第 2 のクラスタの少なくとも 1 つのノードと直接無線リンクを形成可能である、無線メッシュネットワーク。
。

【請求項 11】

ノードの前記第 2 のクラスタが、前記第 2 のクラスタ内にないノードと通信可能な指向性アンテナを用いた、より高いリンクバジェット無線機を有する無線機を含む、少なくとも 1 つのより高いリンクバジェットノードを含み、前記第 2 のクラスタの前記より高いリンクバジェットノードが、前記第 1 および第 2 のクラスタの間で無線リンクを形成可能である、請求項 10 に記載の無線ネットワーク。

【請求項 12】

前記より高いリンクバジェット無線機が、MIMO 技術、高利得アンテナ、または、高感度受信器を有する高出力送信器のうち、少なくとも 1 つを使用する、請求項 10 に記載の無線メッシュネットワーク。

【請求項 13】

前記第 1 のクラスタが、より高いリンクバジェット無線機を含む複数のノードを含む、請求項 10 に記載の無線メッシュネットワーク。

【請求項 14】

前記第 2 のクラスタが、より高いリンクバジェット無線機を含む複数のノードを含む、請求項 10 に記載の無線メッシュネットワーク。

【請求項 15】

少なくとも 1 つのフィールドデバイスが固定の場所に取り付けられる、請求項 10 に記載の無線メッシュネットワーク。

【請求項 16】

前記第 1 および第 2 のクラスタと通信可能な、制御室内のホストコンピュータをさらに備える、請求項 10 に記載の無線メッシュネットワーク。

【請求項 17】

少なくとも 1 つのノードが、複数のフィールドデバイスを含む、請求項 10 に記載の無線メッシュネットワーク。

10

20

30

40

50

【請求項 18】

ノードの複数のクラスタを備える無線メッシュネットワークであって、各ノードが、フィールドデバイスと、そのクラスタ内の他のノードと通信可能なリンクバジエットを有する無線機とに関連付けられ、各クラスタが、別のクラスタ内のノードへの直接リンクを確立可能なより高いリンクバジエットを有する無線機を含む、少なくとも1つのノードを含み、それにより前記複数のクラスタの任意の2つのクラスタが相互接続され、前記複数のクラスタ内の任意の2つのクラスタの、より高いリンクバジエットを有する前記少なくとも1つのノード以外のノードがそれぞれのクラスタ内でのみ通信可能であるリンクバジエットを有し、前記より高いリンクバジエットを有する無線機が指向性アンテナを含む、無線メッシュネットワーク。

10

【請求項 19】

前記無線機が、全方向性無線機、MIMO技術無線機、高利得アンテナ無線機、または、高出力送信器および高感度受信器を有する無線機の組合せを備える、請求項18に記載の無線メッシュネットワーク。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、無線メッシュネットワークシステムに関する。詳細には、本発明は、異なる通信特性を有する選択されたノードの使用を通じて改善された性能を有する無線メッシュネットワークシステムに関する。

20

【背景技術】**【0002】**

多くの産業環境では、在庫、プロセスなどを監視かつ制御するために、制御システムが使用される。そのような制御システムはしばしば、ホストコンピュータを有する集中制御室を有し、ホストコンピュータは、制御室から離隔または離間されたフィールドデバイスと通信する。

【0003】

一般に、各フィールドデバイスはトランステューサを含み、トランステューサは、物理的入力に基づいて出力信号を生成すること、または入力信号に基づいて物理的出力を生成することができる。フィールドデバイスで用いられるトランステューサの種類には、様々な分析機器、圧力センサ、サーミスタ、熱電対、歪みゲージ、流量センサ、位置決め装置、アクチュエータ、ソレノイド、表示器などが含まれる。従来、アナログフィールドデバイスは、2線式ツイストペアカレントループによってプロセスサブシステムおよび制御室に接続されており、各デバイスは、単一の2線式ツイストペアループによって制御室に接続されている。典型的には、2線間の電圧差は約20~25ボルトに維持され、4~20ミリアンペア(mA)の電流がループ中を流れる。アナログフィールドデバイスは、カレントループ中を流れる電流を、検知されたプロセス変量に比例した電流に変調することによって、制御室に信号を送信する。制御室の制御下で動作を行うアナログフィールドデバイスは、ループ中の電流の大きさによって制御され、ループ中の電流は、コントローラの制御下でプロセスサブシステムのポートによって変調される。

30

【0004】

従来、フィールドデバイスは1つの機能を実施することができたが、より最近では、デジタルデータをカレントループに重畳するハイブリッドシステムが、分散制御システムで用いられるようになっている。ハイウェイアドレッサブルリモートトランステューサ(HART)プロトコルは、デジタル搬送波信号をカレントループ信号に重畳する。デジタル搬送波信号は、二次および診断情報を送るために用いることができる。搬送波信号上で提供される情報の例には、一次および二次プロセス変量、診断情報(センサ診断、デバイス診断、配線診断、プロセス診断など)、作動温度、センサ温度、較正データ、デバイスID番号、設定情報などが含まれる。したがって、単一のフィールドデバイスが様々な入出力変数を有することが可能であり、様々な機能を実装することが可能であ

40

50

る。

【 0 0 0 5 】

別の手法では、制御室のホストコンピュータに複数のフィールドデバイスを接続するために、デジタル通信バスを使用する。デジタルバスに接続されたフィールドデバイスと共に使用されるデジタル通信プロトコルの例には、ファウンデーションフィールドバス、プロフィバス、モドバス、およびデバイスネットが含まれる。ホストコンピュータと複数のフィールドデバイスの間のメッセージの双方向デジタル通信は、フィールドデバイスに電力を供給するものと同じ2線式経路上で行われ得る。

【 0 0 0 6 】

典型的には、制御室からリモートアプリケーションへ非常に長いホームランケーブルを設置することによって、リモートアプリケーションが制御システムに追加されている。リモートアプリケーションが、例えば半マイル離れている場合、そのような長いケーブルの設置に必要とされるコストは高くなりことがある。複数のホームランケーブルをリモートアプリケーションまで設置する必要がある場合、そのコストはさらに高くなる。無線通信は、望ましい代替を提供し、産業用プロセス制御システムで使用するための無線メッシュネットワークが提案されている。しかし、コストを最小限にするためには、既存の制御システムおよび通信プロトコルを維持して、無線通信に対応するために既存のシステムを変更するのに伴うコストを削減することも望ましい。

10

【 0 0 0 7 】

低電力のセンサ／アクチュエータをベースとするアプリケーション用に設計された無線メッシュネットワークシステムでは、ネットワーク内の多数のデバイスに、長寿命バッテリによって、あるいは低電力のエネルギー回収電源によって、電力を供給しなければならない。AC 120V ユーティリティなど電源コンセントは、通常近くに配置されていないか、または、多大な費用を生じることなしに計器（センサおよびアクチュエータ）を配置しなければならないような危険な場所には設置が許されないおそれがある。設置コストを低減する経済的必要性により、無線メッシュネットワークの一部として通信するバッテリ駆動デバイスが否応なしに求められている。再充電できない一次電池など、限られた電源を効果的に利用することは、無線デバイスが適正に機能するのに不可欠である。バッテリには、5年を超えて持続することが期待されており、製品の寿命と同程度持続することが好ましい。

20

【 0 0 0 8 】

実際の無線メッシュネットワークでは、各デバイスが、それ自体のために、またメッシュネットワーク内の他のデバイスのために、メッセージをルーティングすることが可能でなければならぬ（いわゆる、メッシュ・ツー・ジ・エッジ）。メッセージがネットワークを通じて無線機から無線機にホッピングするという概念は有益である。というのは、より低い出力の無線機を使用することができ、なおかつ、メッシュネットワークは、メッセージを一端から他端に配信する大きな物理的エリアに及ぶことができるからである。離れた集中基地局と直接通信するリモートデバイスを採用するポイントツーポイントシステムにあるような、高出力無線機は必要とされない。

30

【 0 0 0 9 】

メッシュネットワークは、デバイス間、およびデバイスと、データコレクタまたは何らかのより高レベル、より高速なデータバスへのブリッジもしくはゲートウェイとの間でのメッセージング用に代替経路の形成を可能にする。メッセージ用の代替の冗長経路を有することで、環境の影響または干渉により別の経路が遮断または劣化を受ける事態が発生しても、メッセージ用に使用される少なくとも1つの経路があることを保証することによって、データ信頼性が高まる。

40

【 0 0 1 0 】

メッシュネットワークプロトコルの中には、あらゆるノードが、割り当てられた親、および少なくとも1つの代替親を有するように、決定論的にルーティングされるものがある。メッシュネットワークの階層では、人間の家族と同じように、親が子を持ち、子が孫を

50

持ち、以下同様となっている。各ノードは、それらの子孫のためのメッセージを、ネットワークを通じて、ゲートウェイなど、ある最終宛先に中継する。親となるノードは、バッテリ駆動または有限エネルギー駆動のデバイスであってもよい。ノードがより多くの子孫を有するほど、より多くのトラフィックをルーティングしなければならず、その結果、ノード自体の電力消費が直接的に増大し、そのバッテリ寿命が短くなる。

【0011】

通常、メッシュネットワーク内のすべてのノードは、それぞれ同じリンクバージェット($T \times$ 電力 - $R \times$ 感度)を有する、同じ品質の無線機(RFトランシーバ)を採用する。長距離を橋渡しするために、時にはメッセージを中継するために多数のノードが必要となる。しかし、産業環境では、これらのリンクを作るために、ある場所に無線機を設置することが物理的に不可能である場合や、環境的に禁止される場合がある。10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

産業環境で無線メッシュネットワークを使用するための、改善された方法が必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0013】

無線メッシュネットワークは、フィールドデバイスと第1の通信範囲を有する無線機とを含む複数の第1のノードと、フィールドデバイスと第1の通信範囲より大きい第2の通信範囲を有する無線機とを含み、当該無線機が指向性アンテナを含む、第2のノードとを含む。第1および第2のノードは、それらの通信範囲内で他のどのノードとも直接に通信可能である。20

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】ノードの2つのクラスタを有する従来のメッシュネットワークを示す図である。

【図2】より高利得のハムアンテナを利用する無線機を有するノードによって連結された、ノードの2つのクラスタを有する無線メッシュネットワークを示す図である。

【図3】より高利得のハムアンテナを有する無線機を有するノードによって連結された、ノードの2つのクラスタを有する無線メッシュネットワークを示す図である。30

【図3A】2つのクラスタの中間にあるノードをさらに含む、図3のネットワークに類似した、無線メッシュネットワークの図である。

【図4】より高利得のハムアンテナを有する無線機を有するノードで互いに重複して接続された、ノードの3つのクラスタを有する無線メッシュネットワークを示す図である。

【図5】より高い範囲の無線機を有するノードを含む、無線メッシュネットワークを示す図である。

【図6】一端に1対のトランシーバ、および、他端に単一のトランシーバを含むノードによって形成された、より長距離のリンクを含む、無線メッシュネットワークを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明は、従来の技術では追加のノードが必要とされるはずの、またはメッシュネットワークが動作するために必要とされる接続性を示さないはずのフィールドデバイス用メッシュネットワークを構築する方法を提供する。ノードは、少なくとも1つの無線機および1つのフィールドデバイスを含むが、それぞれ複数を有してもよい。多数のノードが、その対応するフィールドデバイスが動作するように設計されている固定された位置に設置される。フィールドデバイスと共に動作するように適合された制御室があるとき、制御室は、少なくとも1つのノードと、そのノードがメッシュネットワーク上で動作可能であるように通信可能である。

【0016】

50

20

30

40

50

メッシュネットワークが適正に機能するためには、フィールドデバイスのすべてへのデータ、およびフィールドデバイスのすべてからのデータが使用可能であるように、すべてのノードに対する十分な接続性が必要とされる。産業環境内のリモートノードからの通信を中継するために追加のノードを設置することは、常に可能であるとは限らない。というのは、それらのノードを配置することが不可能である場合や、環境的に禁止される場合があるからである。通信範囲が増大された、または特殊なアンテナを有する上位ノードを導入することによって、接続性を妨げることになる障害が克服される。

【0017】

高出力無線ノードによる以前の設計は階層で使用され、ローカルノードが高出力無線ノードへ送信し、高出力無線ノードが次いで別の高出力無線ノードと通信し、別の高出力無線ノードが最後にメッセージを別のローカルノードに配信するようになっていた。高出力無線ノードは典型的には、異なるプロトコル、または、異なる通信媒体さえ使用するようになっていた。この多層ネットワークは、メッセージを送信するためにより多くのホップを必要とする。というのは、メッセージが下位レベルから上位レベルへ送信され、上位レベルを横断し、次いで上位レベルから下位レベルに降りるように送信されなければならないからである。フラットネットワークでは、層がなく、階層が必要とされない。各ノードは、その無線機の範囲内の他のどのノードとも直接通信することができる。ホップの数が少なく、結果として待ち時間が短縮され、信頼性が高くなり、電力消費が低くなるため、性能はより良好である。

【0018】

従来、いわゆるフラットネットワークは、同じリンクバケットを有するノードのみを採用していた。この場合長い距離の橋渡しをするために、メッセージを中継する複数のノードが配置されるようになっていた。他の代替方法は、多層の階層システムにおいて、選択された、より高出力の無線ノードを採用することであった。本発明は、高出力無線ノードが範囲内の他のどのノードとも通信することを可能にする。結果として得られるネットワークはフラットであり、産業環境で十分なネットワーク接続性を提供するために必要とされる上位無線ノードを含む。

【0019】

図1は、環境の読み取りが行われる機器または場所の周囲でクラスタ化された産業環境に設置される場合があるときの、ノードを例示する。クラスタ10は、範囲R₁₂、R₁₄、R₁₆およびR₁₈をそれぞれ有する、全方向性無線ノード12、14、16および18を有する。同様に、クラスタ20は、範囲R₂₂、R₂₄、R₂₆およびR₂₈を有する、全方向性無線ノード22、24、26および28を有する。ノードは、その範囲内の他のどのノードへの送信をも完了することができる。ノード12は、ノード16および18へ送信することができ、ノード14は、ノード16および18へ送信することができる、などとなる。ノード12および14の間に、直接リンクは存在しない。これらのノード間で送られるメッセージは、他のノードを通じてルーティングされる。例えば、ノード12からノード14へのメッセージは、最初にノード12からノード16へ、次いでノード14へ進む可能性があり、あるいは、ノード12からノード18へ、次いでノード14へ進む可能性がある。メッセージは、別のノードを通じて中継されるたびにホッピングする。待ち時間は、送信を完了するために必要とされるホップの数に直接関係する。このネットワークには、クラスタ10および20の間でメッセージを送る方法がないという問題がある。というのは、メッセージを中継するためのノードがネットワーク間にはないからである。産業環境では、ノードを中間の場所に設置することが可能でない場合がある。そうなる場合の理由は様々である。機能している無線機を所望の位置に配置することが物理的に不可能である場合、許容されるノードの設置に桁違いのコストがかかる高感度／危険なエリアである場合、あるいは、システムの所有者が、複数の場所の間の土地の権利を有していない場合などである。

【0020】

図2は、全方向性無線ノード32、34、36および38のクラスタ30、ならびに、

10

20

30

40

50

全方向性無線ノード 52、54、56 および 58 のクラスタ 50 を含む、無線メッシュネットワークを示す。クラスタ 30 および 50 は、図 1 のネットワークと同様に構成される。加えて、このメッシュネットワークは、カバレッジエリア R_{42} および R_{62} をそれぞれ有する、ハムアンテナを有する無線機を利用する、クラスタ 30 内のノード 42、および、クラスタ 50 内のノード 62 を含む。標準ダイポール（360 度の全方向性）アンテナではわずか 2.1 dBi の利得であるのに対して、長さ 4.5"、直径 3.5" である小型の 2.4 GHz のハムアンテナは、10 dBi の前方利得および 55 度のビーム幅を提供することができる。

【0021】

図 3 は、すべての範囲を例示して、このネットワークを示す。アンテナ選択およびノードの配置により、あらゆる必要な送信のための少なくとも 1 つの経路が可能となる。例えば、ノード 72 からノード 82 へ、さらにノード 102 へ、さらにノード 98 へホッピングすることによって、メッセージをノード 72 からノード 98 へ送ることができる。返信メッセージのための戻りの経路は、この同じ経路を逆にたどることができる。2 つのノードがある方向で通信することができる場合、相互性の原理によって、その反対方向でも通信することができる。

【0022】

このネットワークはまた、双方向通信を可能とするために、異なる戻りの経路が使用される場合にも、機能する。例えば、ノード 98 からノード 94 へ、さらにノード 102 へ、さらにノード 82 へ、さらにノード 72 へホッピングすることによって、メッセージをノード 98 からノード 72 へ送ることができる。

【0023】

これらの高利得アンテナの戦略的な配置および使用により、それらのノードのためのリンクバジエットが増大し、クラスタ 70 とクラスタ 90 の間にいくつかの追加のノードを配置する必要なしに、より長い範囲の接続を達成することが可能となる。また、様々な異なる種類のアンテナを、メッシュネットワークが設置される物理的環境に基づいて使用することができる。この構成は、場所によって追加のノードの設置が妨げられるとき、特に有用である。

【0024】

図 3 に示された例では、考慮すべき 3 つの範囲がある。ハムアンテナを有する 2 つのノードの間のハム - ハム範囲は、ハムアンテナを有するノードと 2 dBi の標準ダイポール全方向性アンテナを有するノードの間のハム - オムニ範囲よりも大きい。一方、ハム - オムニ範囲は、2 dBi の標準ダイポール全方向性アンテナを有する 2 つのノードの間のオムニ - オムニ範囲よりも大きい。

【0025】

図 3 A は、これらの 3 つの異なる範囲を例示する。図 3 A に示された無線メッシュネットワークは、クラスタ 70 および 90 の中間に位置するノード 101 の追加を除いて、図 3 に示されたネットワークと同様である。ノード 101 は全方向性無線ノードであり、この例では、クラスタ 70 および 90 の双方から十分に離れて位置しており、オムニ - オムニアンテナ範囲が、ノード 101 と、クラスタ 70 の全方向性ノード 72、74、76、78 またはクラスタ 90 の全方向性ノード 92、94、96、98 のうち、任意のものとの間の直接通信を可能にするのに十分な大きさにならないようとする。

【0026】

ノード 82 および 101 の組合せのハム - オムニ範囲 $R_{82/101}$ は、クラスタ 70 とノード 101 の間でリンクを提供するために十分である。同様に、ノード 102 および 101 の組合せのハム - オムニ範囲 $R_{102/101}$ は、クラスタ 90 と 101 の間でリンクを提供するために十分である。ノード 82 および 102 の組合せのハム - ハム範囲は、ハム - オムニ範囲よりも大きく、クラスタ 70 および 90 の間で直接リンクを提供することができる。

【0027】

10

20

30

40

50

図4は、八木アンテナが装備されたノード118、122、138、142、158および162で共に重複して接続される、ノードクラスタ110、130および150を有する、無線メッシュネットワークを示す。全方向性無線ノード112、114、116、132、134、136、152、154および156のための範囲の線は、省略されている。各ノードは、そのクラスタ内の他のノードに送信するために十分な利得を有するが、クラスタ間ではそうでない。干渉または雑音が、例えば、ノード118および142の間など、クラスタ110および130を接続するリンクの1つを切断した場合、ネットワークの完全な接続性はそのままであろう。干渉など、何かがノード118および142の間の直接リンクを妨げるとき、ノード118からノード112へ、以下、順次ノード116へ、ノード122へ、ノード162へ、ノード156へ、ノード154へ、ノード158へ、ノード138へ、ノード132へ、ノード134へ、ノード142へホッピングすることによって、メッセージを送ることができる。

【0028】

八木アンテナは指向性が高く、そのため、所望の方向で通信するように向けられなければならない。ノード122はノード112に向けられておらず、そのため、これらは直接通信することはできない。ノード122および156は八木 - オムニリンクを形成するので、中間の範囲を有する。これらは、互いに直接通信してもしなくてもよい。ノード158はノード156に向けられておらず、そのため、これらは直接通信することはできない。ノード142はノード132に向けられておらず、そのため、これらは直接通信することはできない。

【0029】

図5は、クラスタ170内のカバレッジエリア R_{182} を有する大きな範囲の無線ノード182、および、クラスタ190内のカバレッジエリア R_{202} を有する大きな範囲の無線ノード202を有する、無線メッシュネットワークを示す。ノード182および202の範囲は、いくつかの方法で増大させることができる。1つの方法は、より高出力の送信器およびより高感度の受信器を有する無線機を設置して、より高いリンクバジェットを達成することである。もう1つの方法は、MIMOなどの技術を使用して、範囲を増大させることである。MIMO技術は、空間ダイバーシティを通じて利得を提供することによって、より高いリンクバジェットを作り出す。ある無線機から同時に2つ以上の送信器を使用し、別の無線機において2つ以上の別々の受信器で受信された信号を相關させることで、同じ信号が送信される。実際のMIMO技術は、リンクの両端で、複数のアンテナを含む、複数の受信器および複数の送信器を有する。しかし、利益を得るために、必ずしもすべてのノードがMIMO技術にアップグレードされる必要はない。

【0030】

図6に示されたより簡単な方法は、ノード210内のマルチプルトランシーバ（アンテナ222および224）、ならびに、他のノード212内の単一のトランシーバ（アンテナ226）および他のノード214内の単一のトランシーバ（アンテナ228）を使用する。この構成は、信号強度に対して大きな利益を提供する。マルチプルトランシーバノード210が信号を受信するとき、別々の受信器を別々のアンテナで使用して、そのように行う。これらのアンテナは互いに分離されているので、送信側ノードから送信された信号は、各アンテナまでのわずかに異なる経路を有する。経路損失の変動により、ノード210は、どの受信器が最高品質の信号を受信しているかを選ぶことができる。信号を送るときには、ノード210は、使用する最良のアンテナを選択することができ、この最良のアンテナは、信号を元の送信側ノードに送り返すための最良の経路を有する。実際には、受信の向上により、ノード212の範囲が R_{212-1} から R_{212-2} に増大し、無線機214では、 R_{214-1} から R_{214-2} に増大する。この向上はまた、いかなる時にも最良の経路を選択する能力によって、ノード210では、より大きい範囲 R_{210} をも提供する。この技術は、信号および経路選択性を通じて利得を達成する。

【0031】

従来のメッシュネットワークが、すべて同じリンクバジェットを有する、同じ品質のノード

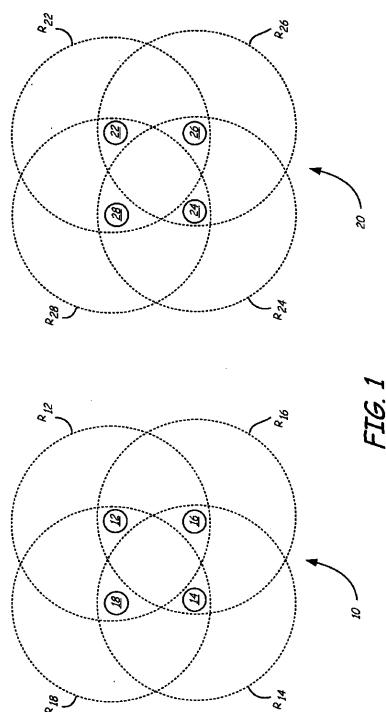
ードからなるのに対して、本発明は、いくつかのノードが上位の無線機または上位のアンテナを有する、メッシュネットワークを提供する。本発明によれば、より少数のホップを使用してメッセージを送信することができるので、待ち時間が短縮される。これにより、メッシュネットワークの性能が向上する。例えば、2 dB i のダイポールに対して 10 dB i のハムなどの様々なアンテナ設計を使用すること、例えば、0 dB m に対して +15 dB m などのより高出力の送信器を使用すること、例えば、-90 dB m に対して -110 dB m などのより高感度の受信器を使用すること、または上記の組合せによって、より高いリンクバジェットを達成することができる。セクターアンテナまたはパラボラアンテナなど、ハムアンテナ以外の指向性アンテナを使用してもよい。

【0032】

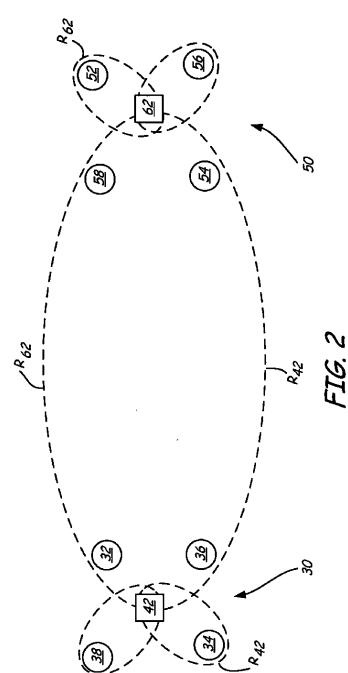
10

本発明は、好ましい実施形態を参照して説明されているが、本発明の技術的思想および技術的範囲から逸脱することなく、形態および詳細の変更が可能であることは、当業者には理解されよう。

【図1】



【図2】



【 図 3 】

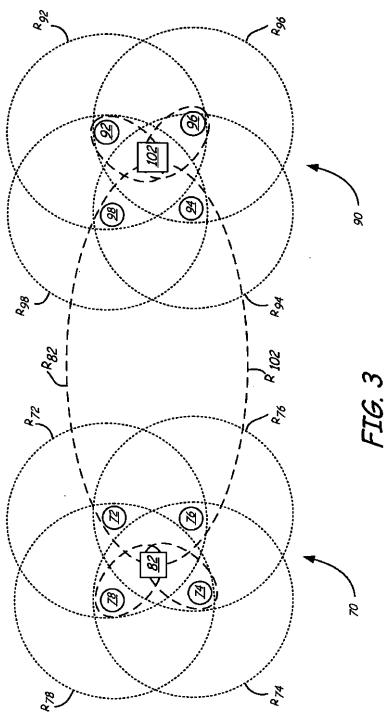


FIG. 3

【図3A】

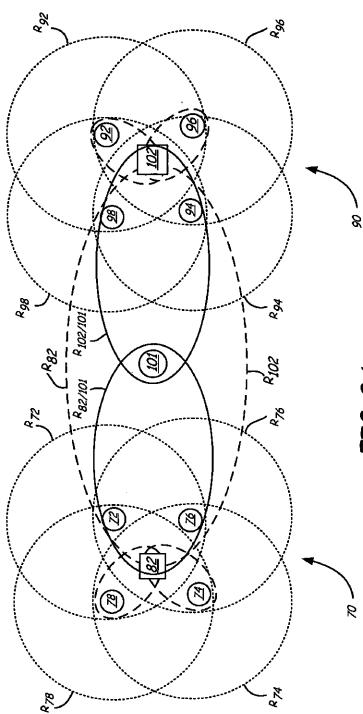


FIG. 3A

【図4】

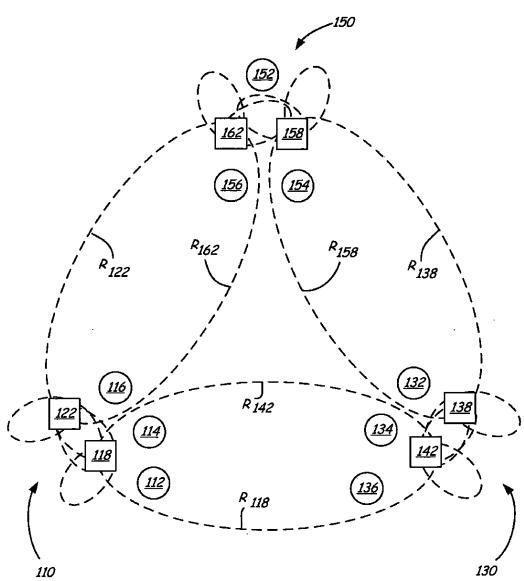


FIG. 4

【図5】

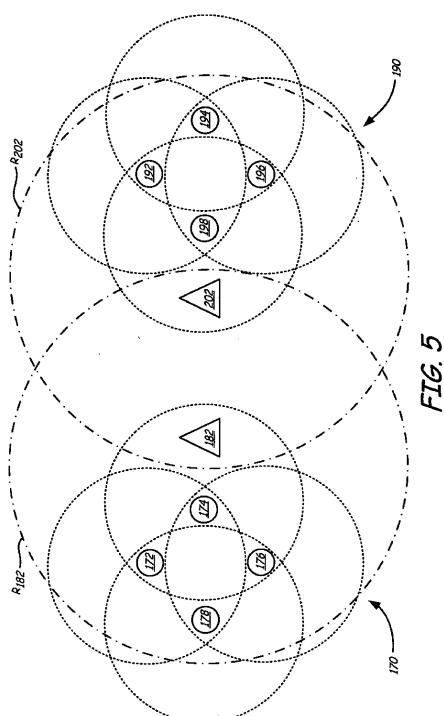


FIG. 5

【図6】

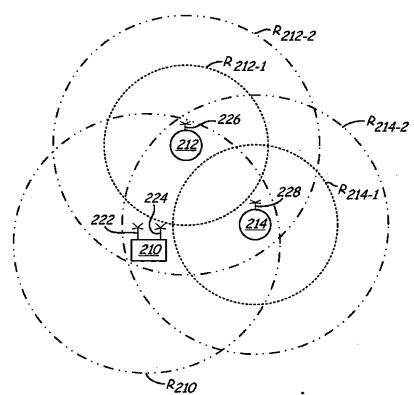


FIG. 6

フロントページの続き

合議体

審判長 菅原 道晴

審判官 林 毅

審判官 中野 浩昌

(56)参考文献 特開2007-158710(JP,A)

米国特許出願公開第2008/0189394(US,A1)

特開2007-312056(JP,A)

特開2007-306087(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W84/18