

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-509630

(P2004-509630A)

(43) 公表日 平成16年4月2日(2004.4.2)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
AO1M 1/00	AO1M 1/00	2B121
AO1M 1/02	AO1M 1/02	2F073
AO1M 1/20	AO1M 1/20	A
GO8C 17/00	GO8C 17/00	Z

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 101 頁)

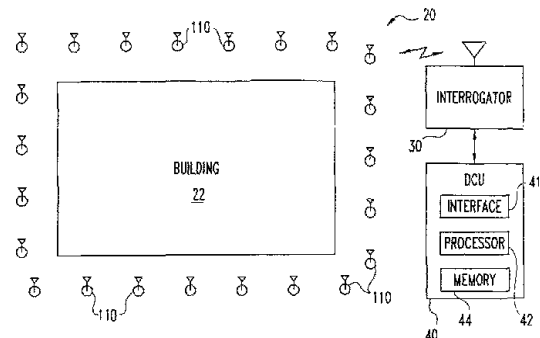
(21) 出願番号	特願2002-529869 (P2002-529869)	(71) 出願人	398052944
(86) (22) 出願日	平成12年9月25日 (2000.9.25)		ダウ・アグロサイエンス・エルエルシー
(85) 翻訳文提出日	平成14年5月27日 (2002.5.27)		アメリカ合衆国 インディアナ州 462
(86) 国際出願番号	PCT/US2000/026373		68-1054, インディアナポリス, ザ
(87) 国際公開番号	WO2002/026033		イオンズビル・ロード9330
(87) 国際公開日	平成14年4月4日 (2002.4.4)	(74) 代理人	100089705
(81) 指定国	AP (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), O A (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, C U, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, S I, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW	(74) 代理人	弁理士 社本 一夫
		(74) 代理人	100076691
		(74) 代理人	弁理士 増井 忠式
		(74) 代理人	100075270
		(74) 代理人	弁理士 小林 泰
		(74) 代理人	100080137
		(74) 代理人	弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 特に害虫駆除用の感知デバイス、システム、および方法

(57) 【要約】

害虫駆除システム(20)が、領域または建造物(22)の周りに設置された害虫駆除デバイス(110)を含む。これらのデバイス(110)はそれぞれ、餌部材および通信回路を含む。通信回路は、餌ステータスを示す情報、および各害虫駆除デバイス(110)に一意識別子を伝送する受動RFタグの形をしていてよい。ハンドヘルド質問器(30)が提供されて、通信回路を介して害虫駆除デバイス(110)を位置指定し、通信する。別法として、または追加として害虫駆除デバイス(110)から集められたデータを累積するためのデータ収集ユニット(40)を利用することができる。デバイス(110)は、非金属材料からなる導電性経路を有するセンサを含む。様々な非ゼロ・レベルの害虫活動を検出するための他の害虫駆除デバイスも開示される。別のデバイスは、1つまたは複数の環境センサを含み、害虫挙動をさらに評価し、予測する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1 種または複数種の害虫によって撮取または移動されるように操作可能な部材と、部材によって担持される要素を含む回路とを備え、回路が要素に電位を印加し、要素が、部材の撮取または移動の度合によって操作可能に変化され、要素が導電非金属材料からなる害虫駆除デバイス。

【請求項 2】

非金属材料が炭素を含む請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 3】

炭素が、要素を介する電流搬送経路を画定する請求項 2 に記載のデバイス。

【請求項 4】

回路が、要素の電気的特徴を監視することによって、第 1 の非ゼロの部材の撮取または移動の量を表す第 1 の出力と、第 2 の非ゼロの部材の撮取または移動の量を表す第 2 の出力とを提供するように動作可能である請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 5】

回路が、要素を介する電流経路の開いた状態を検出するように動作可能である請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 6】

回路がデータ伝送回路を含む請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 7】

要素が、部材上のトレースとして構成された炭素含有インクからなる請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 8】

さらに、

1 つまたは複数の餌部片と、

コネクタによって前記要素に電氣的に結合された 1 つまたは複数の他の回路要素を含むエンクロージャであって、コネクタが、エンクロージャによって担持され、導電炭素含有弾性材料からなっているエンクロージャと、

餌部片およびエンクロージャを受け取るように構成されたハウジングと

を備え、前記第 2 のハウジングが、1 種または複数種の害虫としてシロアリを受け取るようにサイズを取られた開口を有して構成されている

請求項 7 に記載のデバイス。

【請求項 9】

1 種または複数種の害虫によって撮取または移動されるように操作可能な部材と、部材によって担持される要素を含む回路と

を備え、回路が要素を介する電気経路を画定し、要素が、部材の撮取または移動の度合によって操作可能に変化され、要素が、少なくとも 0.001 cm の体積抵抗率を有する材料から構成される

害虫駆除デバイス。

【請求項 10】

要素が、部材に固定された炭素含有インクの形で提供される請求項 9 に記載のデバイス。

【請求項 11】

回路が、要素の電気的特徴を監視することによって、第 1 の非ゼロの部材の撮取または移動の量を表す第 1 の出力と、第 2 の非ゼロの部材の撮取または移動の量を表す第 2 の出力とを提供するように動作可能である請求項 9 に記載のデバイス。

【請求項 12】

回路が、要素を介する電気経路の開いた回路状態を検出するように動作可能である請求項 9 に記載のデバイス。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

体積抵抗率が少なくとも0.1 cmである請求項9に記載のデバイス。

【請求項14】

体積抵抗率が少なくとも10 cmである請求項9に記載のデバイス。

【請求項15】

いくつかの害虫駆除デバイスを備え、各害虫駆除デバイスが、要素を介する電流搬送経路を画定する材料からなる少なくとも1つの要素を有する回路を含み、材料が炭素を含むシステム。

【請求項16】

各害虫駆除デバイスの回路が通信回路を含む請求項15に記載のシステム。

【請求項17】

さらに、各害虫駆除デバイスのデータ通信回路からデータを受信するように動作可能なデータ収集デバイスを備える請求項16に記載のシステム。

【請求項18】

1種または複数種の害虫によって第2の部分に関して分離または移動を受ける第1の部分を含むセンサと、

第2の部分に関する第1の部分の分離または移動によって変化されるセンサの特性を監視するためにセンサに結合された回路と

を備え、前記回路が、いくつかの異なる非ゼロ・レベルの害虫活動を検出するように動作可能である害虫駆除デバイス。

【請求項19】

センサが、離隔された電気抵抗性経路の回路網を含み、回路網が、第1の部分および第2の部分を含み、前記特性が回路網の電気抵抗に対応する請求項18に記載のデバイス。

【請求項20】

センサが電極を含み、電極が第1の部分と第2の部分を含み、特性が電極の電気容量に対応する請求項18に記載のデバイス。

【請求項21】

センサが、基板上に担持された1つまたは複数の感知要素を含む請求項18に記載のデバイス。

【請求項22】

1つまたは複数の感知要素が、基板に固定された炭素含有導電インクから形成される請求項21に記載のデバイス。

【請求項23】

回路が、センサに関連する1つまたは複数の餌部材を含み、餌部材が、1種または複数種の害虫によって摂取されるように構成されている請求項18に記載のデバイス。

【請求項24】

回路が、異なるレベルの害虫活動の1つにそれぞれ対応するいくつかの出力信号を提供するように動作可能である請求項18に記載のデバイス。

【請求項25】

1種または複数種の害虫による部材からの磁気材料の除去にตอบสนองして変化する磁場を提供するために磁気材料を含む害虫感知または監視部材以外のものを有する回路によって分離または移動が検出される請求項18、19、20、21、22、23、または24に記載のデバイス。

【請求項26】

センサが磁気材料を含んで、分離または移動と共に変化する磁場を発生し、回路が磁場監視副回路を含む請求項18に記載のデバイス。

【請求項27】

1種または複数種の害虫によって摂取または移動されるように操作可能な餌部材と、餌部材に関連する1つまたは複数の感知要素を含む回路と

を備え、1つまたは複数の感知要素の特徴が、餌部材の害虫摂取または移動と共に変化され、回路が、前記特徴を監視して、いくつかの異なる非ゼロの害虫摂取または移動の度合

10

20

30

40

50

を検出するように動作可能である害虫駆除デバイス。

【請求項 28】

1つまたは複数の感知要素が電極を含み、回路が、電極に関連する電気容量に対応する変化を検出するように動作可能である請求項 27 に記載のデバイス。

【請求項 29】

1つまたは複数の感知要素が2つ以上であり、感知要素がそれぞれ、いくつかの離隔された導電性経路の1つに対応し、導電性経路がそれぞれ、所定の電気抵抗を有する請求項 27 に記載のデバイス。

【請求項 30】

部材が基板を含み、1つまたは複数の感知要素が、基板に固定された炭素含有材料から形成されている請求項 27 に記載のデバイス。 10

【請求項 31】

回路が1つまたは複数の感知要素に電位を印加する請求項 27、28、29、または30 に記載のデバイス。

【請求項 32】

1つまたは複数の感知要素が、撮取または移動に応じて変化する磁場を発生するように動作可能な磁気材料を含む請求項 27 に記載のデバイス。

【請求項 33】

互いに離隔され、1種または複数種の害虫によって撮取または移動されるように構成されたいくつかの電氣的に結合された感知要素を含む回路を備え、感知要素がそれぞれ、いくつかの電気抵抗性経路の異なる1つに対応し、回路が、1つまたは複数の感知要素の変化に応答して、害虫撮取または移動の度合を表す情報を提供する害虫駆除デバイス。 20

【請求項 34】

感知要素の第1のものが、第1の所定の抵抗値を有し、感知要素の第2のものが、第1の所定の抵抗値とは異なる第2の所定の抵抗値を有する請求項 33 に記載のデバイス。

【請求項 35】

感知要素の第1のものと、感知要素の第2のものが、電氣的に並列に接続されている請求項 34 に記載のデバイス。

【請求項 36】

感知要素が、抵抗器ラダー回路網に対応するように構成されている請求項 33 に記載のデバイス。 30

【請求項 37】

部材が基板を含み、感知要素が基板によって担持されている請求項 33 に記載のデバイス。

【請求項 38】

感知要素が、基板に固定された炭素含有インクからなる請求項 37 に記載のデバイス。

【請求項 39】

基板がいくつかの層で構成されている請求項 37 に記載のデバイス。

【請求項 40】

基板の少なくとも一部が、ロール、折畳み、または曲げ構成の少なくとも1つで構成されて、層を提供する請求項 39 に記載のデバイス。 40

【請求項 41】

1つまたは複数の感知要素が基板を介して延在し、基板の外面に沿って延在する1つまたは複数の導電性経路によって電氣的に結合される請求項 37 に記載のデバイス。

【請求項 42】

回路が、A/D変換器と、プロセッサと、データ通信回路とを含み、情報を通信する請求項 33 に記載のデバイス。

【請求項 43】

1種または複数種の害虫によって撮取または移動されるように操作可能な電極を含む回路を備え、電極の容量が、害虫撮取または移動に応じて変化し、回路が、電極の容量に応 50

答する特性を監視するように動作可能であり、害虫摂取または移動の度合を表す出力を提供する害虫駆除デバイス。

【請求項 4 4】

電極が、部材に固定された導電インクからなる請求項 4 3 に記載のデバイス。

【請求項 4 5】

導電インクが炭素を含む請求項 4 4 に記載のデバイス。

【請求項 4 6】

部材が誘電体基板の形である請求項 4 4 に記載のデバイス。

【請求項 4 7】

回路が、基準コンデンサと、A/D変換器と、プロセッサと、無線通信送信器とを含み、情報を通信する請求項 4 3 に記載のデバイス。 10

【請求項 4 8】

請求項 1 ~ 1 4 または 1 8 ~ 4 7 のいずれかに記載の複数の害虫駆除デバイスを備えるシステム。

【請求項 4 9】

さらに、回路と通信するためにデータ収集デバイスを備える請求項 4 8 に記載のシステム。

【請求項 5 0】

害虫活動のパターンを識別するために情報を評価するように動作可能なコンピュータを備える請求項 4 9 に記載のシステム。 20

【請求項 5 1】

請求項 1 ~ 1 4 または 1 8 ~ 4 7 の一項に記載の第 1 の害虫駆除デバイスと、請求項 1 ~ 1 4 または 1 8 ~ 4 7 の別の一項に記載の第 2 の害虫駆除デバイスを備えるシステム。

【請求項 5 2】

1 種または複数種の害虫によって少なくとも部分的に摂取または移動されるように構成されたセンサを有する回路を含む害虫駆除デバイス进行操作すること、センサの第 1 の部分の分離に応答して、回路を用いて第 1 の非ゼロのセンサ摂取または移動の度合を確立すること、および

第 1 の部分の分離後にセンサの第 2 の部分の分離に応答して、回路を用いて第 2 の非ゼロのセンサ摂取または移動の度合を求めること 30

を含む方法。

【請求項 5 3】

さらに、第 2 の部分の分離後に回路を用いてセンサの第 3 の部分の分離を検出して、1 種または複数種の害虫による第 3 の非ゼロのセンサの摂取または移動の度合を表す第 3 の出力を提供することを含ま請求項 5 2 に記載の方法。

【請求項 5 4】

前記割出しが、センサの容量の変化を検出することによって行われる請求項 5 2 に記載の方法。

【請求項 5 5】

前記割出しが、センサの電気抵抗の変化を検出することによって行われる請求項 5 2 に記載の方法。 40

【請求項 5 6】

さらに、データ収集ユニットに、回路を用いてセンサ摂取または移動に対応する情報を伝送することを含ま請求項 5 2 に記載の方法。

【請求項 5 7】

さらに、情報を用いて害虫活動のパターンを求めることを含ま請求項 5 6 に記載の方法。

【請求項 5 8】

さらに、前記割出しに応答して殺虫剤を適用することを含ま請求項 5 2 に記載の方法。

【請求項 5 9】

前記確立および前記割出しが、1 つまたは複数種の害虫によるセンサの摂取または移動に応 50

答する磁場を発生するために磁気材料を含む害虫監視または感知部材以外のものによって行われる請求項 5 2、5 3、5 4、5 5、5 6、5 7、または 5 8 に記載の方法。

【請求項 6 0】

前記割出しが、センサによって発生される磁場の変化を検出することによって行われる請求項 5 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

(関連出願への相互参照)

本出願は、本明細書に参照により組み込む 1 9 9 9 年 7 月 2 1 日出願の国際特許出願 P C T / U S 9 9 / 1 6 5 1 9 の一部継続出願である。

10

【0 0 0 2】

(背景)

本発明は、データ収集および感知技法に関し、より詳細には 1 つまたは複数の害虫駆除デバイスからのデータを集めるための技法に関し、しかしそれに限定しない。

【0 0 0 3】

人、家畜、および作物によって占有される領域から害虫を除去することは長い間、難題になっている。頻繁に問題となる害虫には、様々なタイプの昆虫および齧歯動物が含まれる。地下シロアリは、木造構造に大きな損害を与える可能性がある特に問題となるタイプの害虫である。シロアリと、昆虫および非昆虫の種類のいくつかの他の有害な害虫をなくすために様々なスキームが提案されている。一手法では、害虫駆除が、保護すべき領域内で化学殺虫剤を一面塗布することに依拠している。しかし、環境規制により、この手法はあまり望ましくなくなっている。

20

【0 0 0 4】

近年、殺虫剤化学物質のターゲット送達を提供するための進歩がなされている。Su への米国特許出願第 5 8 1 5 0 9 0 号が一例である。シロアリ駆除を対象とする別の例は、D o w A g r o S c i e n c e s (会社住所、9 3 3 0 Z i o n s v i l l e R o a d , I n d i a n a p o l i s , I n d i a n a) の S E N T R I C O N (商標) システムである。このシステムでは、それぞれシロアリ食用材料を有するいくつかのユニットが、保護すべき居住地の周りの地中に配置される。ユニットは、シロアリの存在に対する害虫駆除サービスによって日常的に検査され、検査データが、各ユニットに関連する一意のバーコード・ラベルに関連して記録される。シロアリが所与のユニットで見つかった場合、コロニーを根絶するためにシロアリの巣に搬送されるように意図されたゆっくり作用する殺虫剤を含む餌が設置される。

30

【0 0 0 5】

しかし、シロアリおよび他の害虫の活動をより信頼可能に感知するための技法が望まれる。別法として、または追加として、害虫挙動に関するより包括的なデータを集めることができる能力が求められている。したがって、害虫駆除およびそれに関連する感知技術の分野でのさらなる発展が引き続き要求されている。

【0 0 0 6】

(発明の概要)

本発明の一実施形態は、害虫の駆除に適用可能な独自の感知技法を含む。別の実施形態では、害虫活動に関するデータを集めるための独自技法が提供される。さらなる実施形態は、1 種または複数種の選択された害虫を検出し根絶させるための独自の害虫駆除デバイスを含む。本明細書で使用するとき、「害虫駆除デバイス」は、広範に、1 種または複数種の害虫を感知する、検出する、監視する、餌付けする、給餌する、毒付けする、または根絶するために使用される任意のデバイスを指す。

40

【0 0 0 7】

本発明の別の実施形態は、独自の害虫駆除システムを含む。このシステムは、いくつかの害虫駆除デバイスと、害虫駆除デバイスからデータを集めるための装置とを含む。一実施形態では、装置は、無線技法を使用して害虫駆除デバイスと通信し、デバイスを位置指定

50

するように構成することもできる。害虫駆除デバイスは様々なタイプのものであってよく、そのうちの少なくともいくつかは、害虫が存在するか否かを示すことに加えて、異なるレベルの害虫活動に関する情報を提供するように構成されている。

【0008】

本発明の別の実施形態は、1種または複数種の害虫によって摂取または移動されるように操作可能な1つまたは複数の感知要素を含む回路を有する害虫駆除デバイスを含む。この回路は、様々な非ゼロ・レベルの害虫摂取または移動を示す1つまたは複数の感知要素の電気および/または磁気特性を監視する。

【0009】

本発明の別の実施形態では、害虫駆除デバイスが、導電非金属材料からなる摂取または移動の度合によって操作可能に変化される要素を有する回路を含む。追加として、または別法として、この要素は、少なくとも0.001 cmの体積抵抗率を有する材料から構成することができる。

【0010】

別の実施形態では、センサが、互いから分離または除去されるように操作可能な1つまたは複数の部分と、センサからの1つまたは複数の部分の除去または分離と共に変化する電気容量に対応する特性を監視するように動作可能な回路とを含む。この分離または除去は、害虫による摂取または移動、あるいは機械的手段および/または化学反応による摩損、侵食、または摩耗により生じる場合がある。したがって、センサを使用して様々な害虫活動、機械的操作、および化学変化を監視することができ、いくつかのみを挙げる。

【0011】

本発明の代替実施形態では、害虫駆除デバイスが、磁気材料から少なくとも部分的に構成される独自の監視回路を含む。さらなる代替形態では、害虫駆除デバイスが1つまたは複数の環境センサを含み、1つまたは複数の対応する環境特徴に関するデータを集める。

【0012】

本発明の他の実施形態、形式、態様、特徴、および目的は、図面および本明細書に含まれる説明から明らかになる。

【0013】

(好ましい実施形態の説明)

本発明の原理の理解を深めるために、次に、図面に例示した実施形態を参照し、特定の用語を同じものを説明するために使用する。それにもかかわらず、それによって本発明の範囲を限定することは意図していないことを理解されたい。本発明に関連する技術分野の当業者に通常想定されるように、説明する実施形態の任意の変更およびさらなる修正、ならびに本明細書で説明する本発明の原理の任意のさらなる適用例が企図される。

【0014】

図1に、本発明の一実施形態の害虫駆除システム20を例示する。システム20は、地下シロアリなどの害虫による損壊から建造物22を保護するために構成される。システム20は、建造物22の周りに位置決めされた多数の害虫駆除デバイス110を含む。図1では、図の見やすさを保つために、いくつかのデバイス110のみを参照番号によって具体的に表す。システム20はまた、デバイス110に関する情報を集めるために質問器(interrogator)30を含む。質問器30を用いてデバイス110から集められたデータは、通信インターフェース41を介してデータ収集ユニット(DCU)40内に収集される。

【0015】

さらに図2を参照すると、システム20のある動作態様が例示されている。図2には、害虫駆除サービス提供者Pが示されており、質問器30を操作して、地面Gの下に少なくとも部分的に位置付けられた害虫駆除デバイス110に無線通信技法を使用して問い合わせ(interrogate)している。この例では、質問器30は、設置されたデバイス110との無線通信を確立するために地面Gにわたって動かすのに便利なハンドヘルド型で示されている。システム20およびその動作の追加の態様は図8~10に関連して説明す

10

20

30

40

50

るが、まず、代表的な害虫駆除デバイス 110 に関するさらなる詳細を図 3 ~ 7 を参照しながら説明する。

【0016】

図 3 ~ 7 に、害虫駆除デバイス 110 の様々な特徴を例示する。はじめに害虫を検出するために、害虫駆除デバイス 110 は、害虫監視アセンブリ 112 を備える内部構成になっている。より具体的には、図 3 および 4 を参照すると、中心線組立軸 A に沿って害虫監視アセンブリ 112 が例示されている。軸 A は、図 3 と 4 の両方の視平面で一致している。ここで、図 4 の視平面は図 3 の視平面に垂直である。

【0017】

害虫監視アセンブリ 112 は、軸 A に沿って、通信回路サブアセンブリ 116 の下にセンサ・サブアセンブリ 114 を含む。センサ・サブアセンブリ 114 は、2 つの餌部材 132 を含む（図 3 および 6 参照）。餌部材 132 はそれぞれ、選択された 1 種または複数種の害虫のための餌材料から作成される。例えば、餌部材 132 を、そのような害虫の好物である材料から作成することができる。地下シロアリを対象とする一例では、餌部材 132 はそれぞれ、殺虫剤成分を有さない軟らかい木片の形をしている。シロアリに関する他の例では、1 つまたは複数の餌部材 132 が殺虫剤を含んでいてもよく、木材以外の構成物を有していてもよく、またはこれらの特徴の組合せであってもよい。害虫駆除デバイス 110 がシロアリ以外のタイプの害虫を対象としている他の例では、通常は、それに対応する様々な各餌部材 132 の構成物が使用される。

10

【0018】

センサ・サブアセンブリ 114 はセンサ 150 も含む。図 3 および 6 で、センサ 150 は餌部材 132 の間に示されている。ここで、図 6 は、図 3 よりも十分に組み立てられた害虫駆除デバイス 110 の図である。図 4 および 6 に示されるように、センサ 150 は、通常は細長く、端部 152b と反対側の端部 152a を有する。図 4 では、センサ 150 の中央部が、部分 152a と 152b を隔てる一对の隣接する破断線によって表されており、センサ 150 の図が不明瞭になるのを防ぐために図 4 では餌部材 132 を示していない。

20

【0019】

センサ 150 は基板 151 を含む。基板 (substrate) 151 は、図 4 の破断図に示される導電性ループまたは経路 154 の形で感知要素 153a を提供するように構成された導体 153 を担持する。図 4 の破断線によって表される中央センサ部分に沿って、経路 154 の 4 つのセグメントが概して直線の平行なルート（図示せず）に沿って延びており、それに応じて、1 つの破断線で終わっている端部 152a の 4 つの経路セグメントを、別の破断線で終わっている端部 152b の 4 つの経路セグメントとつないでいる。経路 154 は、端部 152a の基板縁部 155 に隣接する一对の電気接点パッド 156 で終端する。

30

【0020】

基板 151 および / または導体 153 は、害虫監視アセンブリ 112 によって監視される害虫によって摂取または移動される 1 つまたは複数の材料からなる。これらの材料は、対象の 1 つまたは複数の害虫種にとって食料物質であっても、非食料物質であってもよく、または両方の組合せであってもよい。実際、非食料物質から構成される材料は、餌部材 132 など隣接する食用材料の摂取中に直ちに移動されることが判明している。基板 151 または導体 153 が摂取または移動されると、最終的に経路 154 が変化する。本明細書で以後により綿密に説明するように、この変化を利用して、それに対応する経路 154 の 1 つまたは複数の電気的特性を監視することによって害虫の存在を示すことができる。あるいは、餌部材 132 のある特定の度合の摂取または移動が、検出可能な様式で経路 154 の導電率を変えるのに十分な機械力を及ぼすように、基板 151 および / または導体 153 を餌部材 132 に関して方向付けることができる。この代替形態では、基板 151 および / または導体 153 が、対象の害虫によって直接摂取または移動される必要はない。

40

【0021】

50

害虫監視アセンブリ 112 はさらに、センサ・サブアセンブリ 114 に結合された回路サブアセンブリ 116 を含む。回路サブアセンブリ 116 は、センサ・サブアセンブリ 114 の経路 154 の 1 つまたは複数の電気的特性の変化によって示される害虫活動を検出して通信するように構成されている。回路サブアセンブリ 116 は、通信回路 160 を収容するための回路エンクロージャ 118 と、センサ・サブアセンブリ 114 のセンサ 150 に通信回路 160 を着脱可能に結合するための一对の接続部材 140 とを含む。この構成の様々な動作態様は、本明細書で以後、図 8 ~ 10 に関連して説明する。エンクロージャ 118 は、カバー部片 120 と、リング 124 と、ベース 130 とを含み、これらはそれぞれ、軸 A の周りで概して円形の外周縁を有する。エンクロージャ 118 は、図 3 よりも図 4 で、完全に組み立てられて示されている。カバー部片 120 は、内側リップ 123 によって境界を画されたキャピティ 122 を画定する。ベース 130 は、カバー部片 120 と組み立てられたときに (図 4 参照)、リング 124 を受け取るようにサイズを取られたチャネル 131 (想像線で示す) を画定し、また内側リップ 123 に係合するように構成された外側フランジ 133 も含む。

10

【0022】

通信回路 160 は、カバー部片 120 とベース 130 の間に位置決めされている。通信回路 160 は、コイル・アンテナ 162 と、回路構成要素 166 を担持するプリント配線板 164 とを含む。図 5 も参照すると、ベース 130 と、接続部材 140 と、無線通信回路 160 とのアセンブリの上面図が示されている。図 5 では、軸 A は視平面に垂直であり、同様に符号を付けられた十字記号によって表されている。ベース 130 は、プリント配線板 164 を介する取付穴に係合するためのポスト 132 を含む。ベース 130 はまた、一体に組み立てられたときにコイル・アンテナ 162 に係合して、アンテナ 162 をベース 130 とプリント配線板 164 に対して固定関係で維持するためのマウント 134 を含む。図 4 に最も良く例示されているように、ベース 130 はさらに、それぞれがそこを介する開口 137 を画定する 4 つの支持部 136 を含む。ベース 130 は、隣接する支持部 136 の対の間で中心に位置付けられた突出部 138 を有するように形状を取られている。突出部 138 は、(図 3 に想像線で示される) 凹部 139 を画定する。

20

【0023】

一般に図 3 ~ 5 を参照すると、接続部材 140 はそれぞれ、一对の接続瘤 146 を含む。各瘤 146 が、各々の接続部材 140 の対向する端部から延在するネック部 147 およびヘッド部 145 を有する。各接続部材 140 に関して、突出部 148 が、それに対応する瘤 146 の対の間に位置決めされる。突出部 148 は凹部 149 を画定する。接続部材 140 は導電性エラストマー材料から形成される。一実施形態では、各接続部材 140 が、TECKNIT (会社住所、129 Dermody Street, Cranford, NJ 07016) から市販されている化合物 862 など炭素含有シリコンゴムから作成される。それにもかかわらず、他の実施形態では、異なる組成物を使用することもできる。

30

【0024】

各接続部材 140 をベース 130 に組み立てるために、対応する瘤 146 の対が、支持部 136 の当該の開口 137 の対を介して挿入され、突出部 148 が凹部 139 内に延在する。各瘤 146 のヘッド部 145 は、それが通過する当該の開口 137 よりもわずかに大きいようにサイズを取られている。その結果、挿入中に、ヘッド部 145 は、当該の開口 137 を完全に通過するまで弾性変形される。ヘッド部 145 は、開口 137 を介して延在した後、元の形状に戻り、ネック部 147 が開口マージンに固定係合する。瘤 146 のヘッド部 145 およびネック部 147 の適切なサイズ化および成形により、ベース 130 と接続部材 140 が一体に組み立てられたときに水分および残骸 (debris) が通過するのを阻止するように開口 137 を封止することができる。図 5 に示されるように、プリント配線板 164 は、組立後に、各接続部材 140 の 1 つの瘤 146 に接触する。

40

【0025】

接続部材 140 がベース 130 と組み立てられた後、リング 124 をチャネル 131 内

50

に担持した状態でベース130をキャビティ122内に挿入することによって、エンクロージャ118が組み立てられる。挿入中、カバー部片120および/またはベース130は、フランジ133が内側リップ123を超えてキャビティ122内に延在するように弾性的に変形し、それによりカバー部片120とベース130が、「スナップフィット」型の接続で互いに係合する。ベース130の外面の角度付きプロファイルが、この形での組立てを容易にする。カバー部片120とベース130がこの様式で接続された後、リング124が、キャビティ122内への水分およびデブリ(残骸: debris)の浸入を阻止するように弾性シールを提供する。ベース130によって係合されるカバー部片120の内面が、封止を補助することもできる相補プロファイルを有する。

【0026】

通信回路サブアセンブリ116が組み立てられた後、ベース130によって担持された各接続部材140の凹部149内に端部152aをアサートすることによって、センサ150がサブアセンブリ116に組み立てられる。接続部材140は、端部152aにバイアス力を加えて、センサ150を接触状態で固定保持するために、凹部149に端部152aを挿入することによってわずかに弾性変形するようにサイズを取られる。端部152aが接続部材140内に挿入された後、各パッド156が、接続部材140の異なる1つによって電氣的に接触される。このとき、プリント配線板164に接触する各瘤146が、経路154をプリント配線板164に電氣的に結合する。

【0027】

図6を参照すると、害虫駆除デバイス110および害虫監視アセンブリ112の分解図が示されている。図6では、センサ・サブアセンブリ114と回路サブアセンブリ116が一体に組み立てられ、害虫監視アセンブリ112を1つのユニットとして維持するための担持部材190内に収容されて示されている。担持部材190は、対向する側面部材194に取り付けられたベース192を含むフレームの形をしている。側面部材194の一方のみを図6で完全に見ることができ、他方も同様に、害虫監視アセンブリ112の隠れた側面に沿ってベース192から延在している。側面部材194は、ベース192と反対側にあるブリッジ196によって一体に接合されている。ブリッジ196は、回路サブアセンブリ116の組み立てられたエンクロージャ118を受け取るように輪郭を取られた空間198を画定するように構成されている。

【0028】

害虫駆除デバイス110は、例えば図2に示されるように、地中に配置されるように構成された取外し可能キャップ180を有するハウジング170を含む。ハウジング170は、開口178に交わるチャンバ172を画定する。害虫監視アセンブリ112および担持部材190は、開口178を介してチャンバ172に挿入されるようにサイズを取られている。ハウジング170は、端部171bと反対側の端部171aを有する。端部171bは、テーパ形端面175を含み、図2に例示されるように地中に害虫駆除110を配置するのを補助する。端面175はアパーチャ(図示せず)で終端する。チャンバ172と連絡して、いくつかのスロット174がハウジング170によって画定される。スロット174は、チャンバ172からのシロアリの進入および退出に特によく適している。ハウジング170は、地中での害虫駆除デバイス110の位置決めを補助するために、いくつかの突出フランジを有し、そのうちのいくつかは図6に参照番号176a、176b、176c、176d、および176eによって表されている。

【0029】

チャンバ172内部に入れた後、害虫監視アセンブリ112を、キャップ180を有するハウジング170内に固定することができる。キャップ180は、ハウジング170のチャンネル179に係合するように構成された下向きプロング184を含む。キャップ180は、ハウジング170に対して完全に位置させた後、回転させて、取外しに抵抗するラッチング位置にプロング184に係合させることができる。このラッチング機構は、爪/移動止め構成を含むことができる。スロット182を使用して、キャップ180の回転を補助するためにマイナスねじ回しなどのツールを用いてキャップ180に係合させることが

10

20

30

40

50

できる。担持部材 190 と、ベース 130 と、カバー部片 120 と、ハウジング 170 と、キャップ 180 とが、予想される環境への露出による劣化に対する耐性があり、かつ害虫駆除デバイス 110 を用いて検出される可能性がある害虫による変化に対する耐性がある材料から作成されていることが好ましい。一形態では、これらの構成要素は、ポリプロピレンや、General Electric Plastics (会社住所、One Plastics Avenue Pittsfield, MA 01201) から市販されている CYCOLAC AR ポリマー塑性材料などのポリマー樹脂から作成される。

【0030】

通常、ハウジング 170 が、監視すべき領域内の地中に少なくとも部分的に設置された後、害虫監視アセンブリ 112 がチャンバ 172 内に配置される。図 8 ~ 10 に関連してより綿密に説明するように、アセンブリ 112 は、害虫活動を検出して報告するように構成されている。1つの動作モードでは、害虫活動が害虫監視アセンブリ 112 を用いて検出された後に、殺虫剤を送達するように害虫駆除デバイス 110 が再構成される。図 7 は、そのような再構成の一例の分解組立図である。図 7 では、害虫活動が検出された後に、害虫駆除デバイス 110 が、害虫監視アセンブリ 112 の代替物として殺虫剤送達アセンブリ 119 を利用する。代替は、ラッチするのに必要な方向とは反対の方向にキャップ 180 を回転させ、キャップ 180 をハウジング 170 から取り外すことから始まる。通常、キャップ 180 の取外しは、ハウジング 170 を地中に少なくとも部分的に設置したままの状態で行われる。次いで、担持部材 190 を引張ることにより、害虫監視アセンブリ 112 がハウジング 170 から引き出される。シロアリなどの害虫に対する害虫駆除デバイス 110 の適用では、害虫監視アセンブリ 112 を取り外す前に、チャンバ 172 内にかなりの量の汚れおよびデブリの蓄積が生じていることがあることが判明している。この蓄積が、チャンバ 172 から害虫監視アセンブリ 112 を取り外すのを妨げる可能性がある。そのため、部材 190 は、好ましくは少なくとも 40 ポンド (lbs) の引張り力、より好ましくは少なくとも 80 lbs の引張り力に耐えられるように構成される。

【0031】

害虫監視アセンブリ 112 がチャンバ 172 から取り外された後、殺虫剤送達アセンブリ 119 が、開口 178 を介してハウジング 170 のチャンバ 172 内に配置される。殺虫剤送達アセンブリ 119 は、チャンバ 1172 を画定する殺虫剤餌管 1170 を含む。チャンバ 1172 は、殺虫剤支持マトリックス部材 1173 を含む。管 1170 は、キャップ 1176 によって係合されるように構成されたねじ切り端部 1174 を有し、キャップ 1176 が相補内側ねじ切り (図示せず) を有する。キャップ 1176 はアパーチャ 1178 を画定する。回路サブアセンブリ 116 は、ハウジング 170 からの害虫監視アセンブリ 112 の取外し前、取外し中、または取外し後にセンサ 150 から取り外される。したがって、アパーチャ 1178 は、害虫監視アセンブリ 112 からの解体後に回路サブアセンブリ 116 を固定して受け取るようにサイズを取られ、かつ形状を取られている。殺虫剤送達アセンブリ 119 は、回路サブアセンブリ 116 と共に構成された後、チャンバ 172 内に配置され、前述の様式でキャップ 180 をハウジング 170 に再係合することができる。

【0032】

図 8 に、図 1 に示されるシステム 20 の代表的な害虫駆除デバイス 110 用の質問器 30 および害虫監視アセンブリ 112 の回路を概略的に示す。図 8 の監視回路 169 が、接続部材 140 によってセンサ 150 の導体 153 に接続された通信回路 160 をまとめて表している。図 8 では、監視回路 169 の経路 154 は、害虫活動に従って閉じた、または開いた電気経路を提供するセンサ 150 の能力に対応する単極単投スイッチを有して表されている。さらに、通信回路 160 はセンサ状態検出器 163 を含み、通電されたときに 2 状態ステータス信号を提供する。一方の状態は、開いた、または高抵抗の経路 154 を表し、他方の状態は、電氣的に閉じた、または連続する経路 154 を表す。通信回路 160 は識別コード 167 も含み、デバイス 110 に関して対応する識別信号を発生する。識

10

20

30

40

50

別コード167は、所定のマルチビット・バイナリ・コードの形式であってよく、あるいは当業者に想定される他の形式であってもよい。

【0033】

通信回路160は、コイル・アンテナ162を介して受信される質問器30からの外部刺激または励起信号によって通電される受動RFトランスポンダとして構成される。同様に、回路160の検出器163およびコード167も、この刺激信号によって電力供給される。刺激信号による通電に回答して、通信回路160は、変調RF形式でコイル・アンテナ162によって質問器30に情報を伝送する。この無線伝送は、検出器163を用いて求められる餌ステータスと、識別コード167によって提供される一意デバイス識別子(unique device identifier)とに対応する。

10

【0034】

さらに図9を参照すると、通信回路160および監視回路169のさらなる詳細が示されている。図9では、破線ボックスがプリント配線板164を表し、担持する構成要素166を囲んでいる。回路構成要素166には、コンデンサCと、集積回路ICと、抵抗器Rと、PNPトランジスタQ1とが含まれる。図示した実施形態では、集積回路ICは、Microchip Technologies, Inc (2355 West Chandler Blvd., Chandler, AZ 85224-6199)によって提供される受動無線周波数識別デバイス(RFID)モデルno. MCRF202である。集積回路ICは、コード167および検出器163を含む。

【0035】

ICはまた、コイル・アンテナ162およびコンデンサCの並列回路網に接続された2つのアンテナ接続 V_A および V_B を含む。図示した実施形態では、コンデンサCは、約390ピコファラド(pF)の容量を有し、コイル・アンテナ162は、約4.16ミリヘンリ(mH)のインダクタンスを有する。ICは、接点 V_{CC} および V_{SS} を介して調整直流電位を供給するように構成されており、 V_{CC} のほうが高い電位である。この電位は、接続 V_A および V_B を介してコイル・アンテナ162によって受信される刺激RF入力から導出される。ICの V_{CC} 接続は、トランジスタQ1のエミッタと、センサ150の一方の電気接点パッド156とに電氣的に結合される。トランジスタQ1のベースは、他方の電気接点パッド156に電氣的に結合される。抵抗器Rは、ICの V_{SS} 接続とトランジスタQ1のベースとの間に電氣的に接続される。トランジスタQ1のコレクタは、ICのSENSOR入力に結合される。非損傷時、直列に接続された導電性経路154と接続部材140が、抵抗器Rに関する330キロオームの例示値に比べて比較的低い抵抗値を表す。したがって、Rと、接続部材140と、導電性経路154とによって形成される電圧分割器によってトランジスタQ1のベースに提供される電圧は、トランジスタQ1をオンに切り換えるのに十分ではなく、その代わりにRを介する電流を遮断する。その結果、ICへの入力SENSORは、IC内部のプルダウン抵抗器(図示せず)により V_{SS} に関して低い論理レベルで維持される。導電性パス154の抵抗値が増大して、開いた回路状態を示すとき、トランジスタQ1のエミッタとベースの間の電位差が変化して、トランジスタQ1をオンに切り換える。それに対応して、ICのSENSOR入力に提供される電位は、 V_{SS} に関して高い論理レベルになる。トランジスタQ1および抵抗器Rの回路構成は、導電性経路154を V_{SS} およびSENSOR入力にわたって直接に配置するのと比較して、ICのSENSORに入力される論理レベルを逆にする効果を有する。

20

30

40

【0036】

他の実施形態では、1つまたは複数の構成要素の異なる構成を利用して、通信回路160をまとめて、または個別に提供することができる。1つの代替構成では、通信回路160が、餌ステータス信号または識別信号のみを伝送することができ、両方を伝送することはできない。1つのさらなる実施形態では、デバイス110に関する様々な可変情報を、餌ステータスまたはデバイス識別情報と共に、またはそれらを伴わずに伝送することができる。別の代替形態では、通信回路160が性質上、選択的に、または永久的に「能動」であってよく、独自の内部電源を有する。そのような代替形態では、外部刺激信号から電力

50

を導き出す必要がない。実際、そのようにせずにデバイス 110 が通信を開始することができる。別の代替実施形態では、デバイス 110 が能動回路と受動回路の両方を含むことができる。

【0037】

図 8 はまた、質問器 30 の通信回路 31 を例示する。質問器 30 は、RF 刺激信号を発生するための RF 励起回路 32 と、RF 入力を受信するための RF 受信機 (RXR) 回路 34 とを含む。回路 32 および 34 はそれぞれ、制御装置 36 に動作可能に結合されている。質問器 30 は、回路 32 および 34 に関する個別のコイルを有して示されているが、他の実施形態では、両方に関して同じコイルを使用することもできる。制御装置 36 は、質問器 30 の入出力 (I/O) ポート 37 およびメモリ 38 に動作可能に結合されている。質問器 30 は、回路 31 に通電するために、通常は電気化学電池、またはそのような電池のバッテリー (図示せず) の形の独自の電源 (図示せず) を有する。制御装置 36 は、1 つまたは複数の構成要素からなる。一例では、制御装置 36 は、メモリ 38 内にロードされた命令を実行するプログラム可能マイクロプロセッサベース・タイプのものである。他の例では、制御装置 36 は、プログラム可能デジタル回路に対する代替または追加として、アナログ計算回路、ハードワイヤード状態機械論理、または他のデバイス・タイプによって定義することができる。メモリ 38 は、揮発性または不揮発性の種類の 1 つまたは複数の固体状態半導体構成要素を含むことができる。別法として、または追加として、メモリ 38 は、フロッピー (登録商標)、ハード・ディスク・ドライブ、または CD-ROM などの 1 つまたは複数の電磁式または光学式記憶デバイスを含むことができる。一例では、制御装置 36 と、入出力ポート 37 と、メモリ 38 とが、同じ集積回路チップ上に集積して提供される。

10

20

【0038】

入出力ポート 37 は、質問器 30 から、図 1 に示されるデータ収集ユニット 40 にデータを送信するように構成されている。再び図 1 を参照しながら、データ収集ユニット 40 のさらなる態様を説明する。ユニット 40 のインターフェース 41 は、入出力ポート 37 を介して質問器 30 と通信するように構成されている。ユニット 40 はまた、プロセッサ 42 およびメモリ 44 を含み、質問器 30 から得られるデバイス 110 に関する情報を記憶して処理する。プロセッサ 42 およびメモリ 44 は、それぞれ制御装置 36 およびメモリ 38 に関して説明したのと類似した様式で様々な形で構成することができる。さらに、インターフェース 41 と、プロセッサ 42 と、メモリ 44 とを同じ集積回路チップ上に集積して提供することができる。

30

【0039】

したがって、図示した実施形態では、質問器 30 が範囲内のデバイス 110 に刺激信号を伝送するときに、通信回路 160 が、質問器 30 に餌ステータスおよび識別子情報を伝送する。質問器 30 の RF 受信機回路 34 は、デバイス 110 から情報を受信し、制御装置 36 によって操作してメモリ 38 内に記憶するのに適した信号調節およびフォーマットを提供する。デバイス 110 から受信されたデータは、入出力ポート 37 をインターフェース 41 に操作可能に結合することによってデータ収集ユニット 40 に伝送することができる。

40

【0040】

ユニット 40 は、ラップトップ・パーソナル・コンピュータ、ハンドヘルドもしくはパーム型コンピュータの形で提供することができ、または、質問器 30 とインターフェースするように適合され、質問器 30 からのデータを受信し記憶するようにプログラムされた他の専用または汎用目的の様々な計算デバイスの形で提供することができる。別の実施形態では、ユニット 40 を、質問器 30 に関して遠隔に位置することができる。この実施形態では、1 つまたは複数の質問器 30 が、電話システムなど確立された通信媒体またはインターネットなどのコンピュータ・ネットワークを介してユニット 40 と通信する。別の実施形態では、質問器 30 が存在せず、ユニット 40 が、通信回路 160 と直接通信するように構成されている。質問器 30 および / またはユニット 40 は、ハードワイヤード・

50

インターフェースを介して1つまたは複数の害虫駆除デバイスと通信するように構成される。他の実施形態では、当業者に想定されるように、質問器30、データ収集ユニット40、およびデバイス110を用いて様々なインターフェースおよび通信技法を使用することができる。

【0041】

シロアリを対象とする1つの好ましい実施形態では、基板151は、好ましくは、地中環境で予想される水分レベルにさらされたときの寸法変化に対する耐性がある非食料材料から形成される。そのような寸法的に安定な基板は、導電性経路154に対する予想外の変化をもたらす可能性が少ないことが判明している。寸法的により安定な基板151の1つの好ましい例は、ポリエチレンなどのポリマー材料で被覆された紙を含む。それにもかかわらず、他の実施形態では、基板151は、水分にさらされた際に寸法が変化する可能性があるものや、別法として、または追加として、ターゲットの害虫によって食料として好まれる1つまたは複数のタイプの材料を含む場合があるものを含めた他の材料または複合物からなっているもよい。

【0042】

いくつかの適用例では、銀含有導体などいくつかの金属ベースの導電体が、害虫駆除デバイスが通常使用される環境と共通の水溶液中で簡単にイオン化される傾向があることが判明している。この状況は、結果として得られる電解液によって害虫駆除デバイス導電性経路の電氣的短絡またはブリッジをもたらす可能性があり、場合によってはデバイス性能を不適切なものにする。また、驚くべきことに、炭素ベースの導体が、電氣的短絡またはブリッジの可能性を大幅に低減することが発見されている。したがって、そのような実施形態では、経路154が、好ましくは非金属炭素含有インク化合物から形成される。そのようなインクの1つの製造元は、Acheson Colloids Company（会社住所、600 Washington Ave., Port Huron, Michigan）である。導体153を構成する炭素含有導電インクは、シルクスクリーン、パッド印刷、またはインク・ジェット吐出技法、あるいは当業者に想定される他の技法を使用して基板151上に付着することができる。

【0043】

一般的に選択される金属導体と比べると、炭素ベースの導体は、より高い電気抵抗率を有する場合がある。好ましくは、炭素含有インク化合物の体積抵抗率は約0.001 cm（オームセンチメートル）以上である。より好ましい実施形態では、炭素含有材料からなる導体153の体積抵抗率は0.1 cm以上である。さらに好ましい実施形態では、炭素含有材料からなる導体153の体積抵抗率は、約10以上である。他の実施形態では、導体153は、当業者に想定される異なる組成または体積抵抗率を有することができる。

【0044】

さらなる実施形態では、他の導電要素および/または化合物が、害虫駆除デバイス環境において予想される水溶液中でイオン化をほとんど受けない害虫駆除デバイス導体に関して企図されている。本発明のさらなる実施形態では、電氣的ブリッジまたは短絡の危険があるにもかかわらず、金属ベースの導体が利用される。

【0045】

一般に図1~9を参照して、システム20のいくつかの動作態様をさらに説明する。通常、質問器30は、デバイス110が質問器30の所定の距離範囲内にあるときに、励起回路32がデバイス110の回路169に通電するのに適したRF信号を発生するように構成されている。一実施形態では、制御装置36は、定期的にこの刺激信号の発生を自動的に促すように構成されている。別の実施形態では、刺激信号を、質問器30に結合された操作者制御（図示せず）を介して操作者によって促すことができる。そのような操作者による促しは、自動プロンプトに対する代替、または追加のプロンプト・モードとすることができる。質問器30は、必要に応じて操作者に問合せステータスを提供するために従来のタイプの可視または可聴インジケータ（図示せず）を含むこともできる。

10

20

30

40

50

【0046】

さらに図10の流れ図を参照すると、本発明のさらなる実施形態のシロアリ駆除プロセス220が例示されている。プロセス220の段階222で、いくつかの害虫駆除デバイス110が、保護すべき領域に関して離隔された関係で設置される。限定を加えない例として、図1が、保護すべき建造物22の周りに配置されたいくつかのデバイス110の1つの可能な分布の図を提供する。これらのデバイスの1つまたは複数を、図2に例示されるように、地面の下に少なくとも部分的に配置することができる。

【0047】

プロセス220では、デバイス110は当初、地下シロアリが食料として好み、殺虫剤を含まない監視種類の一对の餌部材132をそれぞれが含む害虫監視アセンブリ112を備えてそれぞれ設置される。シロアリのコロニーは、食料源への経路を確立した後、この食料源に戻る傾向があることが判明している。したがって、デバイス110は当初、監視構成で配置されて、建造物22など、保護が望まれる領域または構造の近傍にいる可能性があるシロアリにそのような経路を確立させる。

【0048】

配置後、段階224で、デバイス110のマップが生成される。このマップは、設置したデバイス110に関するコード化識別子に対応する印を含む。一例では、識別子は、各デバイス110に一意のものである。次に、段階226で、プロセス220の害虫監視ループ230に行き当たる。段階226では、設置されたデバイス110が定期的に位置指定され、質問器30を用いた当該の無線通信回路160の問合せによって各デバイス110からデータがロードされる。このデータは、餌ステータスおよび識別情報に対応する。この様式では、所与のデバイス110での害虫活動を、目視検査のために各デバイス110を引き出すまたは開く必要なく簡単に検出することができる。さらに、そのような無線通信技法により、長期記憶のためにデータ収集デバイス40内にダウンロードすることができる電子データベースを確立および構築することができるようになる。

【0049】

地下害虫監視デバイス110は、移動される傾向があり、時としてさらに地下に押されるので、時間の経過と共に位置指定が困難になる場合があることも理解されたい。さらに、地中監視デバイス110は、周囲の植物の成長によって隠される場合もある。一実施形態では、質問器30および複数のデバイス110が、質問器30が最も近いデバイス110のみと通信するように構成されている。この技法は、質問器30と各デバイス110の間の通信範囲と、互いに関するデバイス110の位置との適切な選定によって実施することができる。したがって、質問器30を使用して、地面に沿ってパスをスキャンし、または動かして、各個別デバイス110と連続的に通信することができる。そのような実施形態では、より限られている目視または金属検出手法とは異なり、各デバイス110と共に質問器30によって提供される無線通信サブシステム120が、設置後に所与のデバイス110をより信頼可能に位置指定するための手順および手段を提供する。実際、この位置指定手順を、各デバイスの一意識別子および/または段階224で生成されるマップに関連して利用して、段階226で場所をより迅速に点検することができる。さらなる実施形態では、所与のデバイスの位置指定を洗練する補助をするために質問器30に関する操作者制御通信範囲調節機構(図示せず)を提供することによって、位置指定操作をさらに高めることができる。それにもかかわらず、他の実施形態では、デバイス110を、識別信号または調節マップの伝送を含まない無線通信技法によってチェックすることができる。さらに、代替実施形態では、質問器30を用いたデバイス110の位置指定が望ましくない場合もある。

【0050】

次に、プロセス220は条件228に行き当たる。条件228は、破断経路154に対応するステータス信号がシロアリ活動を示すかどうかテストする。条件228のテストが否定である場合、監視ループ230がステージ226に戻り、質問器30を用いてデバイス110を再び監視する。ループ230は、この形で複数回繰り返すことができる。通常、

10

20

30

40

50

ループ 230 の反復の割合は、数日または数週間程度であり、変更することもできる。条件 228 のテストが肯定である場合、プロセス 220 は段階 240 に続く。段階 240 で、害虫駆除サービス提供者が、検出された害虫の近傍に殺虫剤を含んだ餌を配置する。一例では、殺虫剤の配置は、サービス提供者がキャップ 180 を取り外すこと、およびハウジング 170 から害虫活動監視アセンブリ 130 を引き出すことを含む。次に、この例では、図 7 に関連して前述したように、害虫監視アセンブリ 112 を殺虫剤送達アセンブリ 119 に交換して、害虫駆除デバイス 110 を再構成する。

【0051】

他の実施形態では、交換デバイスが、異なる通信回路構成を含んでいてよく、または通信回路全体をなくしていてもよい。1つの代替形態では、1つまたは複数の餌部材 132 と、及び、任意的な選択でセンサ 150 とを交換することによって、殺虫剤を既存の害虫感知デバイスに加える。別の実施形態では、殺虫剤餌または他の材料を、害虫監視アセンブリ 112 の取外しと共に、またはそれを伴わずに追加する。さらなる実施形態では、害虫活動を有する設置デバイス 110 の近傍に設置された異なるデバイス内に殺虫剤が提供される。ステージ 240 の殺虫剤配置操作中、害虫活動が検出されたデバイス 110 の近傍にできるだけ多くのシロアリを戻す、または保つことが望ましく、それにより、確立された巣への経路は、他のコロニーのメンバーに殺虫剤を送達する準備路として働く場合がある。

【0052】

段階 240 の後、段階 242 で監視ループ 250 に行き当たる。段階 242 では、デバイス 110 が引き続き定期的にチェックされる。一実施形態では、殺虫剤餌に対応するデバイス 110 の検査が、害虫駆除サービス提供者によって目視で行われ、監視モードにある他のデバイス 110 の検査は、通常は引き続き質問器 30 によって行われる。他の実施形態では、目視検査を、毒餌マトリックスを有して構成された害虫活動監視アセンブリ 130 を使用して電子的に監視することによって補助する、またはそれに置き換えることができ、あるいはそれらの手法の組合せを実施することができる。1つの代替形態では、殺虫剤餌を監視するように経路 154 が変更され、それにより通常は、より多量の餌摂取が監視モードでの経路構成に関して行われるまで経路 154 が破断されず、開いた回路の読取りを提供する。他の代替形態では、通常は殺虫剤餌を検査することができない。その代わりに、シロアリが殺虫剤を摂取したときにシロアリを混乱させる危険を低減するように単

【0053】

段階 242 の後、プロセス 220 を継続するかどうかをテストする条件 244 に行き当たる。条件 244 のテストが肯定である場合、すなわちプロセス 220 を継続すべきである場合、条件 246 に行き当たる。条件 246 では、より多くの殺虫剤餌を設置する必要があるかどうか判定する。害虫活動がすでに検出されているデバイスには、摂取された餌を補充するためにより多くの餌が必要である場合があり、あるいは、監視モードで維持されたデバイス 110 では新たに発見される害虫活動に対応するように殺虫剤餌を設置する必要がある場合がある。条件 246 テストが肯定である場合、ループ 252 が段階 240 に戻って、追加の殺虫剤餌を設置する。条件 246 による判定として追加の餌が必要ないとされた場合、ループ 250 は段階 242 に戻って繰り返される。ループ 250、252 は、条件 244 に関するテストが否定にならない限りこの様式で繰り返される。ループ 250、252 の反復の割合、およびそれに対応する段階 242 の連続する実施間の間隔は、数日または数週間程度であり、変えることもできる。条件 244 のテストが否定になった場合、段階 260 でデバイス 110 が位置指定されて取り外され、プロセス 220 が終了する。

【0054】

プロセス 220 の実施中に質問器 30 によって収集されたデータは、時々、ユニット 40 にダウンロードすることができる。しかし、他の実施形態では、ユニット 40 を任意選択にする、またはなくすることもできる。別の代替プロセスでは、段階 242 での追加の害

10

20

30

40

50

虫活動に対する監視が望ましくない場合がある。その代わりに、監視ユニットを取り外すことができる。さらなる代替形態では、監視用に構成される1つまたは複数のデバイス110を、プロセスの実施の一部として再分布する、数を増やす、数を減らすことができる。他の実施形態では、データ収集ユニットを利用して、質問器30の代わりに1つまたは複数の害虫駆除デバイスとインターフェースする。追加として、または別法として、質問器30および/またはユニット40とのインターフェースは、ハードワイヤード通信接続を介するものであってよい。

【0055】

図11に、本発明の別の実施形態の害虫駆除システム300を例示し、ここで同じ参照番号は、前述したのと同じ機構を表す。害虫駆除システム300は、害虫駆除デバイス310およびデータ収集ユニット390を含む。害虫駆除デバイス310は、接続部材140によってセンサ350に取外し可能に結合された回路320を含む。

10

【0056】

さらに図12の部分組立図を参照すると、センサ350が、電気抵抗性回路網353を担持する基板351を含む。回路網353は、基板351に沿って互いに間隔を空けて配置された電気抵抗性分岐または経路354の形でいくつかの感知要素353aを含む。抵抗性経路354は、図11の異なる抵抗器R1~R13によってそれぞれ概略的に表されている。回路網353は、縁部355にある接点パッド356から基板端部357に延在する。一体に結合されるとき、回路網353と回路320が監視回路369を構成する。

【0057】

さらに、図13の端面図を参照すると、完全に組み立てられ実装された形のセンサ350が図示されている。センサ350は、図13に示されるようにアセンブリ軸A1の周りでロールされる、折り畳まれる、曲げられる、または巻かれるように構成されており、いくつかの隣接層360を提供する。そのうちのいくつかのみを参照番号によって表している。図13の軸A1は図13の視平面に垂直であり、それに応じて、先と同様に符号を付けられた十字記号によって表されていることを理解されたい。再び図11および12を参照すると、回路320が回路エンクロージャ318内に含まれている。エンクロージャ318は、害虫駆除デバイス110用の害虫監視サブアセンブリ114のエンクロージャ118と同様の様式で構成することができる。実際、エンクロージャ318は、一对の接続部材140を受け取るように構成されて、センサ150のパッド156が回路160に結合されるのと同じ様式で、センサ350のパッド356を回路320に電氣的に結合する。回路320は、回路320とセンサ350が一体に結合されて監視回路369を形成するときに回路網353と直列に接続される基準抵抗器R_Rを含む。また、電圧基準V_Rが、回路網353および基準抵抗器R_Rにわたって結合される。V_iで表される基準抵抗器R_Rの両端間の電圧は、標準的な技法を使用して、アナログ/デジタル(A/D)変換器324によって選択的にデジタル化される。A/D変換器324からのデジタル出力がプロセッサ326に提供される。プロセッサ326は、通信回路328に操作可能に結合されている。

20

30

【0058】

プロセッサ326は、1つまたは複数の構成要素から構成することができる。一例では、プロセッサ326は、関連するメモリ(図示せず)に記憶された命令を実行するプログラム可能デジタル・マイクロプロセッサ構成である。他の例では、プロセッサ326は、プログラム可能デジタル回路に対する代替または追加として、アナログ計算回路、ハードワイヤード状態機械論理、または他のデバイス・タイプによって定義することができる。また、メモリは、好ましくは通信回路320内に含まれて、A/D変換器324(図示せず)を用いて求められたデジタル値を記憶する。このメモリは、A/D変換器324またはプロセッサ326に一体化する、一方から離隔する、またはこれらの組合せにすることができる。

40

【0059】

通信回路328は、システム20に関連して前述した能動および受動無線通信回路実施形

50

態など無線タイプのものである。通信回路328は、プロセッサ326と通信するように構成されている。別法として、または追加として、通信回路328は、ハードワイヤード通信のための1つまたは複数の入出力(I/O)ポートを含むことができる。

【0060】

電圧基準 V_R 、A/D変換器324、プロセッサ326、または通信回路328の1つまたは複数を、集積回路チップまたはユニット内で組み合わせることができる。さらに、回路320と、それに対応する監視回路369とは、外部電源によって電力供給される受動タイプのものであっても、独自電源を有する能動タイプのものであっても、これらの組合せであってよい。

【0061】

データ収集ユニット390は、デバイス310の通信回路328と通信するように構成された能動無線送信機/受信機(TXR/RXR)392と、TXR/RXR392に結合されたプロセッサ394と、インターフェース396と、メモリ398とを含む。プロセッサ394およびメモリ398は、それぞれデータ収集ユニット40のプロセッサ42およびメモリ44と同じものであっても、当業者に想定される異なる構成であってよい。インターフェース396は、デバイス310および/または他の計算デバイス(図示せず)に対するハードワイヤード・インターフェースのオプションを提供する。データ収集ユニット390は、本明細書で以後により詳しく説明するように、1つまたは複数の害虫駆除デバイスから情報を受信して処理するように構成されている。

【0062】

一般に図11~13を参照して、回路網353を等価抵抗器 R_S によって表すことができることを理解されたい。ここで R_S は、 $R_1 \sim R_{13}$ の関数である($R_S = f(R_1 \sim R_{13})$)。 $R_1 \sim R_{13}$ がわかっているとき、直列および並列抵抗に関する標準的な電気回路解析技法を適用することによって R_S を求めることができる。さらに、 R_R および R_S を基準電圧 V_R に関する電圧分割器として設計することができ、それによりA/D変換器324への入力電圧 V_i を式 $V_i = V_R * (R_R / (R_R + R_S))$ によって表すことができることを理解されたい。

【0063】

基板351および/または回路網353は、対象の1種または複数種の害虫によって撮取または移動される1つまたは複数の材料から提供される。センサ350がそのような害虫によって撮取または移動されるとき、回路網353の分岐を備える抵抗性経路354が中断され、電氣的に開く。1つまたは複数の抵抗性経路354が開くと、 R_S の値が変化する。したがって、互いに関する抵抗性経路354の抵抗値 R_R 、および V_R を適切に選択すると、異なる抵抗性経路354の開放および/または開いた経路354の異なる組合せに対応していくつかの異なる R_S 値を提供することができる。

【0064】

図12とは異なり、図13は、1つまたは複数の害虫が基板351および/または回路網353の撮取または移動を開始した後のセンサ350を示す。図13では、害虫が撮取または移動したことによって生じた害虫作成開口370と共に害虫Tが例示されている。回路網353に関する害虫作成開口370の位置は、図12に示される想像線オーバーレイ380に対応する。害虫作成開口370は、外側センサ・マージン372から軸A1の近傍にあるセンサ350の中央に向けてセンサ350のいくつかの層360を部分的に貫通する。害虫作成開口370は、センサ350の1つまたは複数の部分の別の部分に対する分離または移動に対応し、これは、相対位置に応じて1つまたは複数の抵抗性経路354を開く可能性がある。そのような分離または移動は、害虫活動によりセンサ350から1つまたは複数の部片が除去されることにより生じる可能性がある。センサ350の一部片が害虫によって除去されていない場合でさえ、1つのセンサ領域内で第1の部分(部分)を第2の部分に対して分離または移動し、しかし第1および第2の部分(部分)を別のセンサ領域に一体に接続して残す害虫活動により、センサ350の分離または移動が起こる可能性が依然としてある。例えば、図13で、センサ部分374は、開口370の形成によりセンサ部分3

10

20

30

40

50

76 に関して分離または移動されている。しかしセンサ部分 374 および 376 は、センサ部分 378 によって接続されたままである。

【0065】

さらに、所定の様式で抵抗性経路 354 を空間的に配置することにより、 R_s 、したがって V_i の値が変化するにつれて徐々に大きくなる摂取および移動の度合を概略的に示すようにセンサ 350 を構成することができることを理解されたい。例えば、図 13 に示される基板 351 の構成を使用して、 R_8 および R_9 に対応する抵抗性経路 354 など、外側センサ・マージン 372 付近の基板端部 357 により近い抵抗性経路 354 を配置することができる。これらの抵抗性経路 354 は、外側マージン 372 により近づいているので、他の抵抗性経路 354 の前に害虫が行き当たる可能性が高い。逆に、 R_1 、 R_5 、および R_{10} に対応するものなど、ロール形基板 351 の中央（軸 A1）により近い抵抗性経路 354 は、害虫がセンサ 350 を摂取および移動するとき到最后に行き当たる可能性が高い。したがって、外側センサ・マージン 372 から中央に向かって害虫が徐々に摂取および移動するにつれて R_s が変化するので、それに対応する入力電圧 V_i を使用して、センサ 350 のいくつかの異なる非ゼロの摂取または移動の度合を表すことができる。

10

【0066】

プロセッサ 326 を使用して、A/D変換器 324 を用いてデジタル化された V_i に対応する 1 つまたは複数の値を評価し、害虫摂取または移動の変化が生じたかどうかを求めることができる。この解析は、ノイズの悪影響または他の異常を低減するために様々な統計的技法を含む場合がある。さらに、この解析を使用して、摂取または移動の割合、および時間に関するその割合の任意の変化を求めることができる。これらの結果は、特定の事前定義されたトリガしきい値に基づいて、定期的に、データ・ユニット 390 を用いた外部照会に回答して、または当業者に想定される別の構成によって、通信回路 328 を介してプロセッサ 326 によって提供することができる。

20

【0067】

システム 20 の害虫駆除デバイス 110 と同様に、複数のデバイス 310 を、複数デバイス害虫駆除システム内で間隔を空けて配置した関係で使用することができることを理解されたい。デバイス 310 は、地中、地表、または地上に配置されるように構成することができる。さらに、デバイス 310 を質問器と共に使用して、システム 20 に関連して記述したようにデバイスの位置指定を補助することができる。また、いくつかの異なる抵抗性回路網構成をデバイス 310 内で同時に利用して、様々な度合の害虫摂取または移動の検出を容易にすることができることを理解されたい。別の代替実施形態では、所望の感知回路網を提供する必要性に応じて、いくつかの個別層を一体に積層し、層を電気的に相互接続することによって、複数層構成が提供される。別の代替形態では、センサ 350 は、図 13 に示されるようには構成されずに、非ロール形単層構成で利用される。他の実施形態は、当業者に想定される異なる抵抗性感知回路網構成を含む。

30

【0068】

図 14 ~ 16 を参照すると、異なる度合の害虫活動を求めるために抵抗性回路網を利用するさらなる害虫駆除システム実施形態 400 が例示されている。ここで、同じ参照番号は、前述したのと同じ機構を表す。システム 400 は、システム 300 および害虫駆除デバイス 410 に関連して記述したデータ収集ユニット 390 を含む。害虫駆除デバイス 410 は、センサ 450 に結合された回路 420 を含む。前述したように、回路 420 は、基準抵抗器 R_R と、電圧基準 V_R と、A/D変換器 324 と、通信回路 328 とを含む。回路 420 はまた、プロセッサ 326 と物理的に同じ構成である場合があるプロセッサ 426 を含み、しかし本明細書で以後さらに説明するようにセンサ 350 と 450 の間の処理の相違に対処するように構成されている。

40

【0069】

センサ 450 は、表面 451 b と反対側の表面 451 a を有する基板 451 を含む。基板 451 は、表面 451 a から表面 451 b へのいくつかの規則的に間隔を空けて配置された経路 456 を画定する。抵抗性回路網 453 は、電気抵抗性部材 455 の形でのいくつか

50

かの感知要素 453 a からなる。各抵抗性部材 455 は、異なる経路 456 を介して延在する。抵抗性部材 455 は、それぞれ基板表面 451 a および 451 b に接触する導電層 454 a および 454 b によって互いに並列に電氣的に結合されている。この構成では、基板 451 は、抵抗性部材 455 と、導電層 454 a および 454 b とに関する電気絶縁材料からなる。

【0070】

ひとまとめにして、回路 420 と回路網 453 が監視回路 469 を構成する。図 14 を参照すると、回路網 453 の並列抵抗性部材 455 がそれぞれ、抵抗器 R_{P1} 、 R_{P2} 、 R_{P3} 、 \dots 、 R_{PN-2} 、 R_{PN-1} 、および R_{PN} の 1 つによって概略的に表されており、ここで「N」は抵抗性部材 454 の総数である。したがって、回路網 453 の等価抵抗 R_N は、並列抵抗の法則 $R_N = (1/R_{P1} + 1/R_{P2} + \dots + 1/R_{PN})^{-1}$ から求めることができる。回路網 453 の等価抵抗 R_N は、基準電圧 V_R に関する基準抵抗器 R_R と共に電圧分割器を形成する。基準抵抗器 R_R の両端間の電圧 V_i が A/D 変換器 324 に入力される。

10

【0071】

基板 451、層 454 a および 454 b、および/または部材 455 は、対象の害虫によって摂取または移動される材料から提供される。さらに、センサ 450 は、図 13 に関連して説明したように、センサ 450 の 1 つまたは複数の部分をセンサ 450 の他の部分に関して分離または移動することにより、害虫の摂取または移動が回路網 453 への抵抗性部材 455 の電気接続を開くように構成されている。図 16 は、材料がセンサ 450 から分離または移動されて、開いた電気接続が生じている領域 470 を示す。図 16 で、想像線輪郭 472 は、害虫活動前のセンサ 450 の形状ファクタを示す。より多くの抵抗性部材 455 が電氣的に開いているとき、回路網 453 の等価抵抗値 R_N が増大し、回路 420 によって監視される V_i の対応する変化をもたらして、様々な相対レベルの害虫の摂取または移動活動を求める。

20

【0072】

一実施形態では、抵抗性部材 455 がそれぞれ、概して同じ抵抗値を有し、したがって、予想される公差内で $R_{P1} = R_{P2} = \dots = R_{PN}$ である。他の実施形態では、抵抗性部材 455 は、互いに関して大幅に異なる抵抗値を有する場合がある。システム 300 に関連して論じたように、プロセッサ 426 が、 V_i の変化によって示される摂取および移動の変化を解析し、対応するデータをデータ収集ユニット 390 に伝送するように構成される。導電層 454 a および 454 b を、これらの表面に適合された弾性コネクタ、または当業者に想定される別の構成を使用して回路 420 に結合することができる。

30

【0073】

抵抗に加えて、害虫摂取または移動と共に変化する感知要素の他の電氣的特徴を監視して、害虫活動データを集めることができる。図 17 ~ 19 を参照すると、本発明の別の実施形態の害虫駆除システム 500 が例示されている。ここで、同じ参照番号は、上述したのと同じ機構を表す。害虫駆除システム 500 は、データ収集ユニット 390 および害虫駆除デバイス 510 を含む。害虫駆除デバイス 510 は、回路 520 およびセンサ 550 から構成されている。

40

【0074】

具体的には図 17 を参照すると、前述したように、回路 520 が、電圧基準 V_R と、A/D 変換器 324 と、通信回路 328 とを含む。回路 520 はまた、A/D 変換器 324 と通信回路 328 との間に結合されたプロセッサ 526 を含む。プロセッサ 526 は、システム 300 のプロセッサ 326 と同じ物理的タイプのものであってよく、しかし、システム 300 とは異なるシステム 500 の態様に対処するように構成されている。例えば、プロセッサ 526 は、それぞれ信号制御経路 531 a、531 b、および 531 c によっていくつかのスイッチ 530 a、530 b、および 530 c に操作可能に結合されている。プロセッサ 526 は、当該の経路 531 a ~ 531 c に沿って対応する信号を送信することによってスイッチ 530 a ~ 530 c を選択的に開閉するように構成されている。スイ

50

ツチ530a~530cはそれぞれ、単極単投動作構成のものとして概略的に例示されている。スイッチ530a~530cは、絶縁ゲート電界効果トランジスタ(IGFET)構成など半導体タイプのもの、電気機械的種類のもの、これらの組合せ、または当業者に想定される他のタイプのものであってよい。

【0075】

回路520はまた、スイッチ530cに並列に結合された基準コンデンサ C_R と、電圧増幅器(AMP)523とを含む。電圧増幅器523は、入力電圧 V_Q を増幅して、増幅した出力電圧 V_i をA/D変換器324に提供して、選択的にデジタル化する。

【0076】

図17では、センサ550が、電極554を有するコンデンサの形で概略的に示された感知要素553aを含む。ひとまとめにして、回路520とセンサ550が監視回路569を画定する。監視回路569内部で、電圧基準 V_R と、スイッチ530a~530cと、基準コンデンサ C_R と、センサ550とが、感知回路網553を提供する。感知回路網553では、電圧基準 V_R が、接地と、スイッチ530aの一方の端子とに電氣的に結合される分岐を形成する。スイッチ530aの他方の端子は、電極554と、スイッチ530bの一方の端子に電氣的に結合される。スイッチ530bの他方の端子は、電圧増幅器523の入力端と、基準コンデンサ C_R と、スイッチ530cの1つの端子とに共通の電気ノードによって結合される。スイッチ530cは、基準コンデンサ C_R と並列に結合され、これらは共に、接地された端子を有する。

10

【0077】

また、図18~19を参照すると、センサ550は、端部557と反対側の端部555を有し、誘電体551および電極554を含む複数の層560から構成される。誘電体551は、表面551bと反対側の表面551aを画定する。電極554は、表面551aに接触する表面554aを含む。図示されるように、表面551aおよび554aは、概して同一の広がりを持っている。

20

【0078】

センサ550は、「開いた電極」構成でコンデンサとして図17に示されている。このとき、接地への電氣的接続は、誘電体551によるものであり、場合によっては、誘電体551と接地の間の空気ギャップなど他の物質によるものである。すなわち、センサ550は、接地への事前画定された経路を含まない。その代わりに、接地結合が変化する可能性を見込んでいる。この誘電体結合は、図17でセンサ550に関する破線表記556によって象徴されている。

30

【0079】

誘電体551および/または電極554は、対象の害虫によって摂取または移動される1つまたは複数の材料からなる。害虫がこれらの材料を摂取または移動するとき、誘電体551および/または電極554の一部が、別の部分に関して除去または分離される。図19は、害虫によって摂取または移動される領域570を図示する。領域570は、図18に示される想像線オーバーレイ580に対応する。センサ550のこのタイプの機械的変化は、電荷 Q を保持する電極554の能力を変える傾向があり、それに応じてセンサ550の容量 C_s が変化する。例えば、電極表面554aの面積が低減すると、電極554の

40

相対電荷保持能力すなわち容量が低減する。別の例では、誘電体寸法が変化する、または誘電体組成が変化する、典型的には容量が変わる。さらなる例では、センサ550の1つまたは複数の部分の分離または移動によって生じる電極554と接地の間の距離の変化が、電荷を保持できる能力に影響を与える場合がある。

【0080】

一般に図17~19を参照して、次に動作回路520の1つのモードを説明する。このモードに関して取られた各測定値ごとに、プロセッサ526によって以下のようにスイッチング手順が実行される。(1)スイッチ530aを閉じ、スイッチ530bは開いたままに保ち、センサ550の両端間に電圧基準 V_R を置き、電極554に電荷 Q を蓄積させる。(2)この充電期間後に、スイッチ530aを開く。(3)次いで、スイッチ530b

50

を閉じて、スイッチ 530c を開いたままに保ち、電荷 Q の少なくとも一部を基準コンデンサ C_R に転送する。(4) この転送後、スイッチ 530b を再び開く。基準コンデンサ C_R に転送された電荷 TQ に対応する電圧 V_Q が増幅器 523 で増幅され、入力電圧 V_i として A/D 変換器 324 に提供される。デジタル化された A/D 変換器 324 への入力は、プロセッサ 526 に提供される、かつ/またはメモリ(図示せず)に記憶される。電圧が測定された後、プロセッサ 526 によってスイッチ 530c を開閉することによって基準コンデンサ C_R をリセットすることができる。その後、手順が完了する。基準容量 C_R よりもはるかに小さいセンサ容量 C_S の場合 ($C_S \ll C_R$)、容量 C_S を、この構成に関する式 $C_S = C_R * (V_Q / V_R)$ によってモデル化することができる。

【0081】

プロセッサ 526 は、Q、およびそれに応じて C_S の変化を監視するために時々このスイッチング手順を繰り返すように構成することができる。このデータは、プロセッサ 526 を用いて解析することができ、システム 300 に関連して説明した技法を用いて通信回路 328 を介して報告される。これらの反復は定期的であっても、不定期であってもよく、あるいは、通信回路 328 など別のデバイスによる要求、または当業者に想定される異なる手段による要求によるものであってもよい。

【0082】

1つの代替実施形態では、電荷/容量監視のバースト・モードを使用することもできる。バースト・モードでは、プロセッサ 526 は、以下の手順を繰り返すように構成されている。(1) スwitch 530a を閉じ、スイッチ 530b を開いたままに保って、電極 554 を充電し、基準コンデンサ C_R を絶縁する。(2) スwitch 530a を開く。次いで(3) スwitch 530b を閉じて、電荷を基準コンデンサ C_R に転送する。スイッチ 530c は、このモードでのこれらの反復を通じて開いたままである。したがって、基準コンデンサ C_R は、反復が実行されるときにリセットされない。所望の回数の反復が完了した後(「バースト」)、A/D 変換器 324 が入力電圧 V_i をデジタル化する。反復を十分迅速に実行することにより、電極 554 から基準コンデンサ C_R へ送達される電荷 Q の量が増加する。この増大された電荷転送が、利得の相対増加をもたらす。したがって、バースト当たりに行われる反復の数によって利得を制御することができる。また、基準コンデンサ C_R は積分器として動作して、ある程度の信号平均化を提供する。

【0083】

他の代替実施形態では、回路網 560 を操作して、スイッチ 530c の代わりに抵抗器を用いてバースト・モード手順を連続的に反復し、同時監視を容易にすることができる。この構成では、スイッチ 530c および基準コンデンサ C_R 用に使用される抵抗器が単極低域フィルタを画定する。この連続モードは、交換抵抗器と、基準電圧 V_R と、反復が行われる周波数との関数として求められる「電荷利得」(単位容量当たりの電位で表される)を有する。他の代替形態では、本明細書に参照により組み込む Hal Phillip による「Charge Transfer Sensing」(1997年)に記載されているように、回路網 560 が、演算増幅器(opamp)、積分器、または単極の等価物を使用するように修正される。他の実施形態では、当業者に想定されるように、電荷 Q、電圧 V_0 、 C_S 、または C_S に対応する別の値を測定するための異なる回路構成を使用することができる。

【0084】

当業者に想定されるように、電極 554 は、弾性コネクタまたは異なるタイプのコネクタを用いて回路 520 に電氣的に接続することができる。1つの代替実施形態では、センサ 550 は、開いた電極構成ではなく、接地に対する定義経路を含むように構成することができ、あるいは両方の手法の組合せであってもよい。さらなる他の実施形態は、電極層と誘電体層が交互になっている積層、巻付け、折畳み、曲げ、またはロール構成を含み、層の1つまたは複数が、対象の害虫によって摂取または移動される材料である。別法として、または追加として、センサは、直列、並列、またはそれらの組合せで回路網内に構成された2つ以上の個別電極または感知コンデンサを含むことができる。

10

20

30

40

50

【0085】

他の実施形態では、センサ550の電極554を、害虫摂取または移動に加えて、1つまたは複数の特性を感知するように適用することもできる。一例では、センサ550は、摩損、摩耗、または侵食を検出するように構成される。この構成では、特定の機械的活動に応答して摩損するように配設された1つまたは複数の材料からセンサ550が形成され、その摩損に応じて電極554の電荷保持能力が変化する。例えば、1つまたは複数の部分がこの活動によって除去されるときに、電極554の表面554aの面積を減少することができる。回路520を使用してこの変化を監視して、センサによって監視されるデバイスを交換または修理する必要性を示すしきい値を超えたときに報告し、そのようなデバイスの使用を打ち切る、または当業者に想定される別の処置を取ることができる。

10

【0086】

別の例では、センサ550は、1つまたは複数の材料が露出される環境状態の変化、1つまたは複数の材料による化学反応に応答して、または当業者に想定される別の機構によって、分離される、または別の方法で電荷保持能力を低減されるように選択された1つまたは複数の材料から形成される。これらの非害虫実施形態では、プロセッサ526の動作をそれに応じて変えることができる。また、ハードワイヤード接続、インジケータ、および/または他のデバイスを、通信回路328に対する追加または代替として利用することができる。

【0087】

一般にシステム300、400、および500を参照すると、センサ350、450、550の1つまたは複数の導電性要素、抵抗性要素、または容量性要素は、害虫駆除デバイス110に関連して説明したように、炭素含有インクからなる場合がある。実際、要素353aおよび453aなど様々な感知要素に関する異なる抵抗値を、異なる体積抵抗値を有するインクを使用することによって定義することができる。別法として、または追加として、電気が伝導される材料の寸法を変え、かつ/またはこれらの要素のための異なる相互接続構成要素を採用することによって異なる抵抗値を定義することができる。さらに、害虫駆除デバイス110に関連して上述したように、基板351、451、および/または551をポリエチレンなどポリマー化合物で被覆された紙から形成して、水分による寸法変化を低減することができる。

20

【0088】

図20は、害虫駆除デバイス310、410、510、および610を含む第5のタイプの害虫駆除システム620を示し、同じ参照番号が、前述したのと同じ機構を表す。システム620は、データ収集ユニット390を収容する建造物622を含む。システム620はまた、通信経路624によってデータ収集ユニット390に接続された中心データ収集場所626を含む。通信経路624は、インターネットなどのコンピュータ・ネットワーク、専用電話相互接続、無線リンク、これらの組合せ、または当業者に想定される他の種類のを介してハードワイヤード接続することができる。

30

【0089】

システム620に関しても、システム20に関連して論じたのと同様に、害虫駆除デバイス310が使用の際に地中にあるように示されている。システム620の害虫駆除デバイス410および510は、建造物622内部に位置され、地面レベルまたはそれよりも高いレベルで示されている。害虫駆除デバイス310、410、510は、無線手段、ハードワイヤード手段を介して、ハンドヘルド質問器30など別のデバイスを介して、またはこれらの組合せでデータ収集ユニット390と通信するように構成される。

40

【0090】

害虫駆除デバイス610は、前述した回路420と、センサ650とから構成されている。センサ650は、感知要素453aからなる回路網453を含む。センサ650では、回路網453は、建造物622の部材628に直接結合されている。部材628は、1つまたは複数種の害虫によって破壊される1つまたは複数の材料からなる。例えば、シロアリがターゲットの害虫タイプであるときには、部材628が木材から作成されている場合

50

がある。その結果、建造物 6 2 2 の部材 6 2 8 に関する害虫活動が、害虫駆除デバイス 6 1 0 によって直接監視される。害虫駆除デバイス 3 1 0、4 1 0、および 5 1 0 と同様に、害虫駆除デバイス 6 1 0 は、無線手段、ハードワイヤード手段を介して、ハンドヘルド質問器 3 0 と同様の別のデバイスを介して、またはこれらの組合せでデータ収集ユニット 3 9 0 と通信する。

【0091】

中心データ収集場所 6 2 6 は、1 つまたは複数の害虫駆除デバイス 1 1 0、3 1 0、4 1 0、5 1 0、および / または 6 1 0 をそれぞれが有する様々な建造物または領域を監視するために構成されたいくつかのデータ収集ユニット 3 9 0 に接続することができる。

【0092】

図 2 1 に、本発明の別の実施形態の害虫駆除デバイス・システム 7 2 0 を例示する。ここで、同じ参照番号が、前述したものと同一機構を表す。システム 7 2 0 は、質問器 7 3 0 と害虫駆除デバイス 7 1 0 とを含む。害虫駆除デバイス 7 1 0 は、害虫によって摂取および / または移動されるように構成された害虫監視部材 7 3 2 を含む。一例では、部材 7 3 2 は、シロアリの場合には木材など害虫食用材料 7 3 4 と、材料 7 3 4 上のコーティングの形での磁気材料 7 3 6 とを含む餌として構成される。磁気材料 7 3 6 は、材料 7 3 4 として働く木材コアに塗布された磁気インクまたは塗料であってよい。他の例では、材料 7 3 4 を、地下シロアリの場合にはクロズド・セル・フォームなど、典型的にはターゲットの害虫によって除去または移動される食料源以外の物質から作成することもできる。他の例では、材料 7 3 4 を、食料および非食料成分から構成することができる。

10

20

【0093】

さらに、デバイス 7 1 0 は、磁気シグネチャ・センサ 7 9 0 に電氣的に結合された無線通信回路 7 8 0 を含む。センサ 7 9 0 は、部材 7 3 2 に関して所定の向きで固定された一連の磁気抵抗器 7 9 4 を備えて、磁気材料 7 3 6 によって生成される磁場の変化により生じる抵抗の変化を検出する。したがって、材料 7 3 6 および磁気抵抗器 7 9 4 は、あるいは感知要素 7 5 3 a と呼ばれる。監視される磁場の変化は、例えば、部材 7 3 2 が害虫によって部材 7 3 2 から摂取され、移動され、または他の方法で除去される際に生じる場合がある。センサ 7 9 0 は、部材 7 3 2 の磁気シグネチャを特徴付けるための手段を提供する。代替実施形態では、センサ 7 9 0 は、単一磁気抵抗器、またはホール効果デバイスもしくはリラクタンスベースの感知ユニットなど代替タイプの磁場感知デバイスに基づいてい

30

【0094】

センサ 7 9 0 からの磁場情報は、通信回路 7 8 0 によって可変データとして伝送することができる。通信回路 1 6 0 に関して説明したように、回路 7 8 0 はさらに、一意デバイス識別子および / または個別餌ステータス情報を伝送することができる。回路 7 8 0、センサ 7 9 0、またはその両方を、性質上、受動または能動のものにすることができる。

【0095】

質問器 7 3 0 が、デバイス 7 1 0 の回路 7 8 0 と無線通信を行うように動作可能な通信回路 7 3 5 を含む。一実施形態では、回路 7 8 0 および 7 9 0 は、回路 1 6 0 と同様の RF タグの形での回路 7 8 0 を有する受動タイプのものである。この実施形態では、通信回路 7 3 5 は、質問器 3 0 の回路 3 2 および 3 4 に適合するように構成されており、デバイス 7 1 0 との無線通信を行う。他の実施形態では、デバイス 7 1 0 は、別法として、または追加として、能動無線通信回路および / またはハードワイヤード通信インターフェースを含むように適合することができる。これらの代替形態では、それに応じて質問器 7 3 0 が適合される、データ収集ユニットを質問器 7 3 0 の代わりに使用することができる、または両方の手法の組合せを利用することができる。

40

【0096】

質問器 7 3 0 は、質問器 3 0 の制御装置 3 6 と、入出力ポート 3 7 と、メモリ 3 8 と同じ制御装置 7 3 1 と、入出力ポート 7 3 7 と、メモリ 7 3 8 とを含み、ただし、個別餌ステータスおよび識別情報に加えて、またはその代替として、磁気シグネチャ情報を受信し、

50

操作し、かつ記憶するように構成されている点で異なる。デバイス310、410、および610の抵抗特性またはデバイス510の容量特性と同様に、磁気シグネチャ情報を評価して、害虫摂取挙動を特徴付けることができることを理解されたい。この挙動を使用して、餌補給の必要性および害虫給餌パターンに関する予測を確立することができる。

【0097】

図22に、本発明の別の実施形態のシステム820を示す。システム820は、害虫駆除デバイス810およびデータ・コレクタ830を含む。デバイス810は、対象の害虫によって摂取かつ/または移動されるように構成された監視部材832を含む。部材832は、マトリックス834を含み、磁気材料836がその全体に分散されている。材料836は、マトリックス834内にいくつかの粒子として概略的に表されている。マトリックス834は、食料組成物、非食料組成物、またはこれらの組合せを有することができる。

10

【0098】

デバイス810はまた、通信回路880と、そこに電氣的に結合されたセンサ回路890とを含む。回路890は、部材832に関して固定された一連の磁気抵抗器894を含み、部材832から摂取される、移動される、またはその他の方法で除去される際に材料836によって生成される磁場の変化を検出する。

【0099】

回路890はさらに、それぞれ温度、湿度、および気圧を検出するように構成されたいくつかの環境(ENV)センサ894a、894b、894cを含む。材料836およびセンサ894、894a、894b、894cは、あるいは感知要素853aと呼ばれる。センサ894、894a、894b、894cは、基板838に結合され、関連機器に互換性のあるデジタルまたはアナログ・フォーマットでの信号を提供することができる。それに応じて、回路890は、センサ894a、894b、894cからの信号を調整し、フォーマットするように構成されている。また、回路890は、磁気抵抗器894によって検出された磁気シグネチャに対応する信号を調整し、フォーマットする。回路890によって提供される感知情報は、通信回路880によってデータ・コレクタ830に伝送される。通信回路880は、デバイス110に関連して説明したように、個別餌ステータス情報、デバイス識別子、またはその両方を含むことができる。回路880および回路890はそれぞれ、受動性、能動性、または両方の組合せのものであってよく、データ・コレクタ830は、それに応じて、選択された手法に従って通信するように適合される。

20

30

【0100】

RFタグ技術に基づく回路880の受動実施形態では、データ・コレクタ830は、その制御装置が回路890によって提供される様々な形式の感知情報を操作し、記憶するように構成されていることを除いて、質問器30と同様に構成される。別の実施形態では、データ・コレクタ830は、能動送信機/受信機形式の回路880と通信するように、標準の能動送信機/受信機形式であってよい。他の実施形態では、データ・コレクタ830およびデバイス810が、データ交換を容易にするようにハードワイヤード・インターフェースによって結合される。

【0101】

一般にシステム300、400、500、620、720、および820を参照すると、他の実施形態では、害虫駆除デバイス310、410、510、610、710、または810が、システム20に関連して説明したように、1つまたは複数の餌部材132を含むことができる。さらに、害虫駆除デバイス310、410、510、610、710、および810の任意のものを、地下配置、地表配置、地上配置用に構成することができる。別の実施形態によれば、害虫駆除デバイスは、害虫駆除デバイス310、410、510、610、710、または810の2つ以上の感知技法を組み合わせるように適合される。

40

【0102】

別法として、または追加として、害虫駆除デバイス310、410、510、610、710、または810を、殺虫剤送達デバイスに完全に、または部分的に交換するように構

50

成することができる。この交換は、システム 20 に関連して説明したように、殺虫剤送達構成内に組み込むために害虫監視構成から無線通信モジュール回路を取り外すことを含むことができる。一構成では、害虫駆除デバイス 310、410、510、610、710、または 810 の任意のものを、同時に、害虫活動を監視し、かつ殺虫剤を送達するように構成することができる。別法として、または追加として、これらの害虫駆除デバイスは、所与の度合の害虫摂取または移動が検出された後に殺虫剤を送達するように構成される。この構成では、監視データのプロセッサ評価に従って当該のプロセッサによって、かつ/または通信回路を介して受信された外部コマンドによって送達を自動的にトリガすることができる。

【0103】

図 23 の流れ図は、本発明の別の実施形態の手順 920 を示す。プロセス 920 の段階 922 では、1 つまたは複数のデバイス 110、310、410、510、610、710、および/または 810 からデータが収集される。段階 924 では、集められたデータが、環境状態および/または位置に関して解析される。次に、段階 926 で、この解析から害虫挙動が予測される。段階 926 の予測に従って、段階 928 で、1 つまたは複数の追加のデバイスの設置を含む場合がある処置が取られる。

【0104】

次に、段階 932 でループ 930 に入る。段階 932 で、デバイスからのデータ収集が続けられ、害虫挙動予測は段階 934 で洗練される。次いで、手順 920 を継続するかどうかをテストする条件 936 に制御が流れる。手順 920 が継続される場合、ループ 930 が段階 932 に戻る。条件 936 のテストにより手順 920 を終了することになった場合、手順は停止する。

【0105】

追加として、または別法として段階 928 に関連して実施することができる他の処置の例には、所与の領域内での対象の害虫の広がりをもっとよく求めるために害虫挙動パターンを適用することが含まれる。したがって、この予測に基づいて警告を提供することができる。また、害虫駆除システムの公告および販売は、手順 920 に基づいて、より利益を得やすい場所をターゲットにすることができる。さらに、本発明の 1 つまたは複数の実施形態による害虫駆除サービスに対する需要が季節により変動するかどうかを求めるためにこの情報を評価することもできる。機器や人員など害虫駆除資源の割振りは、それによって調節することができる。さらに、害虫駆除デバイスの配置効率を高めることができる。

【0106】

他の代替実施形態では、当業者に想定される様々な他のシステム組合せで、デバイス 110、310、410、510、610、710、および 810 と、対応する質問器と、データ収集ユニットと、データ・コレクタとを使用することができる。質問器 30 はハンドヘルド型で示されているが、他の実施形態では、質問器を、異なる形態にすることができる。ピークルによって搬送することができ、または概して永久的な位置に設置することができる。実際、データ収集ユニットを利用して、害虫駆除デバイスから情報に直接問い合わせる/情報を受信することができる。また、デバイス 110、310、410、510、610、710、および 810 用の餌を、シロアリに適した食用可能な形で提供することができるが、別のタイプの害虫、昆虫、または非昆虫を駆除するために選択される餌の種類を選択することもでき、デバイス・ハウジングおよび他の特徴を別のタイプの害虫の監視および根絶に適するように調節することができる。さらに、デバイス 110、310、410、510、610、710、および 810 用の餌は、害虫によってほとんど摂取されず、ターゲットの害虫種を引き付けるように選択された材料であってもよい。一代替形態では、1 つまたは複数の害虫駆除デバイスが、ターゲット害虫によって移動または変化される非食料材料を含む。限定を加えない例として、このタイプの材料を使用して、摂取可能餌部材と共に、またはそれを伴わずに摂取不可能感知部材基板を形成することもできる。さらなる代替形態では、本発明による 1 つまたは複数の害虫駆除デバイスは、ハウジング 170 (およびそれに対応するキャップ 180) などのハウジングがない。その代わ

10

20

30

40

50

りに、この実施形態では、ハウジング内容物を直接、地中に、もしくは監視すべき建造物の部材上に配置することができ、または当業者に想定される別の構成で構成することができる。また、別法として、感知部材の餌摂取または移動によって、開いた回路を生じずに電気経路を閉じるように導体を動かすように本発明の任意の害虫駆除デバイスを構成することができる。

【0107】

別法として、または追加として、無線通信技法に基づく害虫駆除デバイスが、質問器、データ収集ユニット、データ・コレクタ、または当業者に想定される他のデバイスへのハードワイヤード通信接続を含むことができる。ハードワイヤード通信は、無線通信が局所状態によって妨げられたとき、または他の理由によりハードワイヤード接続が望まれるときに、診断目的で無線通信の代替として使用することができる。さらに、プロセス220および手順920は、本発明の精神から逸脱することなく、当業者に想定される他のプロセスに様々な段階、操作、および条件を順序付けし直し、変更し、再構成し、代用し、削除し、複製し、組み合わせ、または追加した状態で実施することもできる。

10

【0108】

本発明の別の実施形態は、1つまたは複数の害虫によって少なくとも部分的に摂取または移動されるように構成されたセンサと、センサの摂取または移動にตอบสนองする回路とを含み、第1の非ゼロの摂取または移動の度合を表す第1の信号と、第2の非ゼロの摂取または移動の度合を表す第2の信号とを提供する。一形態では、センサのこの摂取または移動が、それに応じて変化する電気および/または磁気特性にตอบสนองする回路によって検出される。別の形態では、摂取または移動が、1種または複数種の害虫によって部材から磁気材料が除去されるのにตอบสนองして変化する磁場を提供するために磁気材料を含む害虫感知または監視部材以外のものを有する回路によって検出される。この形態は、摂取または移動される際のセンサの電気的特徴の対応する変化の検出に基づく場合がある。

20

【0109】

本発明のさらなる実施形態では、害虫駆除デバイスが、1種または複数種の害虫によって摂取または移動されるように構成されたいくつかの電氣的に結合された感知要素を備える回路を含む。感知要素はそれぞれ、いくつかの電気抵抗性経路の異なる1つに対応する。回路は、害虫摂取または移動の度合を表す情報を提供するように、1つまたは複数の感知要素の変化にตอบสนองする。

30

【0110】

本発明のさらなる実施形態では、感知デバイスは、部材に関して配設された電極を含む回路内に、1種または複数種の害虫によって摂取または移動されるように操作可能な部材を含む。電極の電気容量は、部材の摂取または移動中に変えられ、回路は、この変化にตอบสนองして、部材の害虫摂取または移動の度合を表す出力を提供する。

【0111】

別の実施形態は、1種または複数種の害虫によって少なくとも部分的に摂取または移動されるように構成されたセンサを備える回路を含む害虫駆除デバイスを操作すること、センサの第1の部分の分離にตอบสนองする回路を用いて第1の非ゼロの摂取または移動の度合を確立すること、および第1の部分の分離後にセンサの第2の部分の分離にตอบสนองする回路を用いて第2の非ゼロの摂取または移動の度合を求めることを含む。

40

【0112】

本発明のさらなる実施形態は、磁気材料構成要素を備える害虫食用餌を有する害虫駆除デバイスを含む。この構成要素は磁場を提供する。磁場は、害虫食用餌部材の摂取にตอบสนองして変化する。デバイスはさらに、磁場が変化するとき磁場に対応する監視信号を発生するように動作可能な監視回路を含む。

【0113】

さらなる実施形態では、害虫駆除デバイスが、環境センサと、センサによって検出される環境特徴および餌のステータスに対応する情報を通信するように動作可能な回路とでパッケージされた害虫餌を含む。

50

【0114】

さらなる実施形態は、1種または複数種の害虫によって摂取または移動されるように操作可能な部材と、部材によって担持される要素を含む回路とを含む。回路は、要素に電位を印加し、要素は、部材の摂取または移動の度合によって操作可能に変化される。要素は導電非金属材料からなる。

【0115】

別の実施形態では、害虫駆除デバイスが、1種または複数種の害虫によって摂取または移動される部材と、部材によって担持される要素を含む回路とを含む。回路は、要素を介する電気経路を画定し、要素は、部材の摂取または移動の度合によって変化する。要素は、少なくとも0.001 cmの体積抵抗率を有する材料から構成される。

10

【0116】

別の実施形態のシステムは、いくつかの害虫駆除デバイスを含む。これらのデバイスはそれぞれ、当該の要素を介する電流搬送経路を画定する材料からなる少なくとも1つの要素を有する回路を含む。この材料は炭素を含む。

【0117】

本発明の別の実施形態は、センサに電氣的に接続された無線通信回路を含む害虫駆除デバイスを設置すること、害虫駆除デバイスを用いて1種または複数種の害虫の存在を検出すること、およびこの検出に回答して害虫駆除デバイスを再構成することを含む。この再構成は、無線通信回路を用いて害虫駆除デバイス内に殺虫剤餌部材を導入すること、および無線通信回路の位置を調節することを含む。

20

【0118】

別の実施形態では、害虫駆除システムが、ハウジングと、監視餌部材と、センサと、無線通信回路と、殺虫剤餌部材とを含む。監視餌部材と、センサと、無線通信とを、1種または複数種の害虫を検出するためにハウジング内に位置決めされる第1のアセンブリ内で構成することができる。あるいは、殺虫剤餌部材と無線通信回路を、第1のアセンブリとは異なる第2のアセンブリ内で構成することができ、第2のアセンブリは、第1のアセンブリによって害虫を検出した後に、第1のアセンブリの代わりにハウジング内に位置決めされる。

【0119】

さらなる実施形態では、デバイスが、ハウジングと、ハウジングに関連する電気回路と、感知部材とを含む。感知部材は、ハウジングに係合し、炭素含有インクからなる導体を含む。感知部材を回路に結合するために接続部材を含むこともできる。この接続部材は、導電弾性材料から構成することができる。あるいは、監視餌材料および/または殺虫剤餌材料を、同じアセンブリの一部にすることができる。

30

【0120】

別の実施形態では、害虫駆除デバイスが、1つまたは複数の弾性接続部材を用いて1つまたは複数の感知要素に結合された回路を含む。1つまたは複数の弾性接続部材は、シリコンゴムなどの炭素含有合成化合物から構成することができる。

【0121】

本明細書で引用した全ての文献、特許、および特許出願を、個々の文献、特許、または特許出願がそれぞれ具体的かつ個別に示されて参照により組み込まれており、別段に定めていない限り完全に記載されているかのように、参照により本明細書に組み込む。さらに、本明細書で記述した任意の理論、提案された動作機構、または知見は、本発明の理解をさらに高めるようなものであり、そのような理論、提案された動作機構、または知見に本発明を何らかの形で制限するものではない。本発明を、図面および前述の説明に詳細に例示し、説明してきたが、それらは例示的なものであり、特徴を限定するものではないとみなすべきであり、選択した実施形態のみを示して説明しており、頭記の特許請求の範囲によって定義される本発明の精神に入る全ての変更、等価形態、および修正形態が保護されるよう望まれることを理解されたい。

40

【図面の簡単な説明】

50

【図 1】

第 1 のタイプの害虫駆除デバイスのいくつかを含む本発明による第 1 のタイプの害虫駆除システムの図である。

【図 2】

操作中の図 1 のシステムの選択された要素の図である。

【図 3】

第 1 のタイプの害虫駆除デバイスの害虫監視アセンブリの分解部分断面図である。

【図 4】

図 3 の視平面に垂直な視平面に沿った図 3 の害虫監視アセンブリの分解部分断面図である。

10

【図 5】

図 3 および 4 に示される害虫監視アセンブリの通信回路サブアセンブリの一部の部分上面図である。

【図 6】

図 3 の害虫監視アセンブリを有する第 1 のタイプの害虫駆除デバイスの分解組立図である。

【図 7】

図 3 の害虫監視アセンブリの代わりに殺虫剤送達アセンブリを有する第 1 のタイプの害虫駆除デバイスの分解組立図である。

【図 8】

図 1 のシステムの選択された回路の概略図である。

20

【図 9】

図 3 の害虫監視アセンブリに関する回路の概略図である。

【図 10】

図 1 のシステムを用いて行うことができる本発明のプロセスの一例の流れ図である。

【図 11】

第 2 のタイプの害虫駆除デバイスを含む本発明による第 2 のタイプの害虫駆除システムの図である。

【図 12】

第 2 のタイプの害虫駆除デバイスの分解部分組立図である。

30

【図 13】

第 2 のタイプの害虫駆除デバイスの組み立てられたセンサの端面図である。

【図 14】

第 3 のタイプの害虫駆除デバイスを含む本発明による第 3 のタイプの害虫駆除システムの図である。

【図 15】

第 3 のタイプの害虫駆除デバイスに関するセンサの部分切欠図である。

【図 16】

図 15 に示される断面線 16 - 16 に沿って取られた第 3 のタイプの害虫駆除デバイスに関するセンサの断面図である。

40

【図 17】

第 4 のタイプの害虫駆除デバイスを含む本発明による第 4 のタイプの害虫駆除システムの図である。

【図 18】

第 4 のタイプの害虫駆除デバイス用のセンサの部分切欠図である。

【図 19】

図 18 に示される断面線 19 - 19 に沿って取られた第 4 のタイプの害虫駆除デバイス用のセンサの断面図である。

【図 20】

第 2、第 3、および第 4 のタイプの害虫駆除デバイスを含み、さらに第 5 のタイプの害虫

50

駆除デバイスを含む本発明による第5のタイプの害虫駆除システムの図である。

【図21】

第6のタイプの害虫駆除デバイスを含む本発明による第6のタイプの害虫駆除システムの図である。

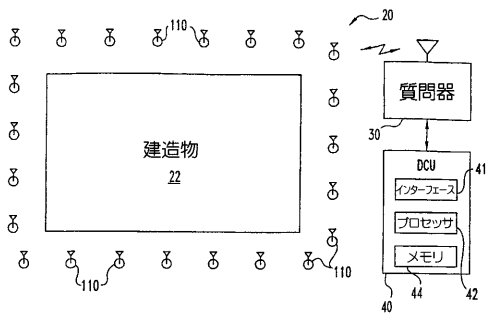
【図22】

第7のタイプの害虫駆除デバイスを含む本発明による第7のタイプの害虫駆除システムの図である。

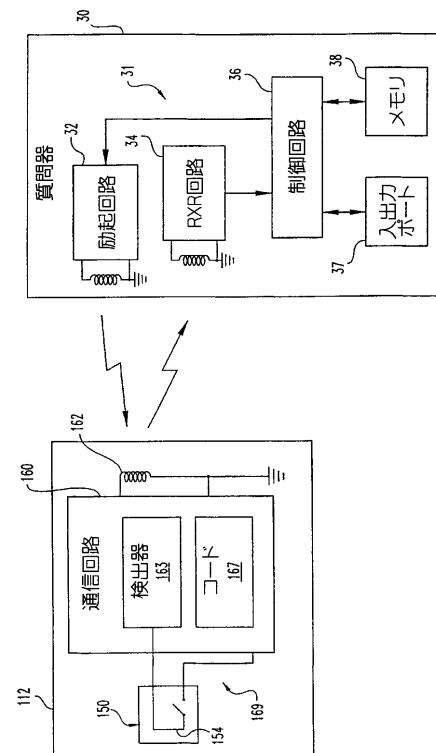
【図23】

第1、第2、第3、第4、第5、第6、または第7のシステムの1つまたは複数を用いて行うことができる本発明の手順の一例の流れ図である。

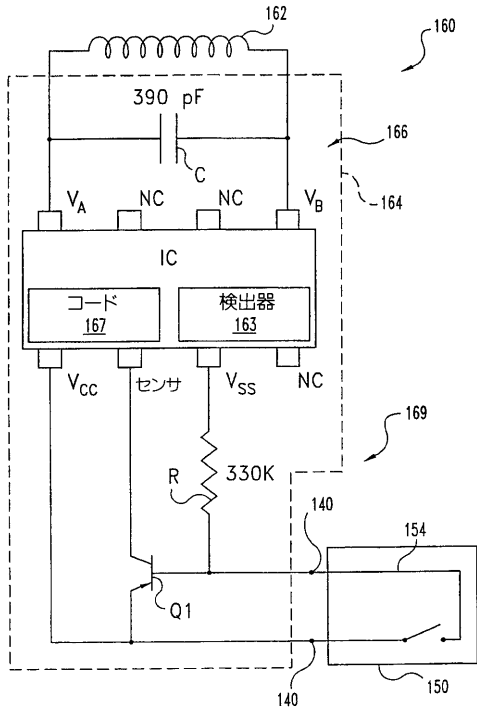
【図1】



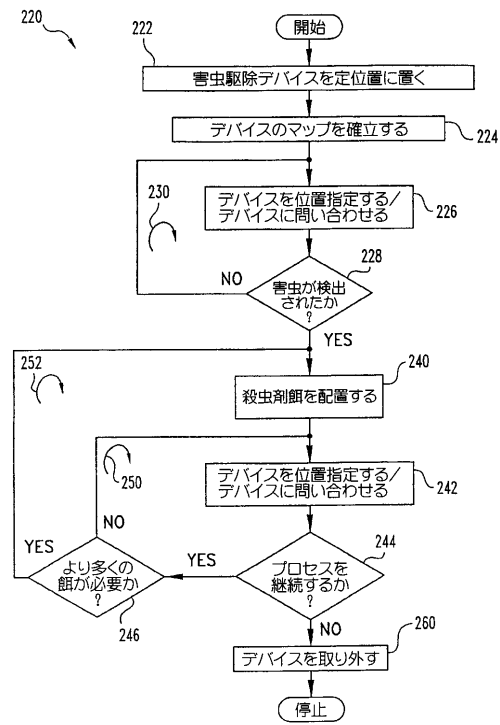
【図8】



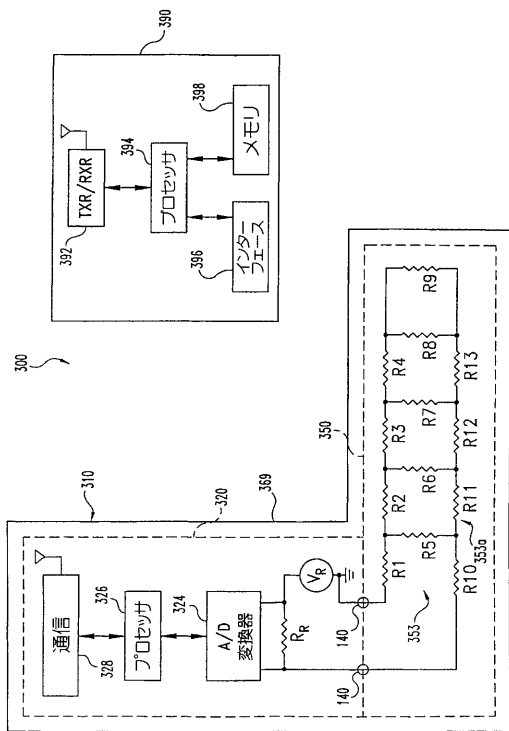
【図9】



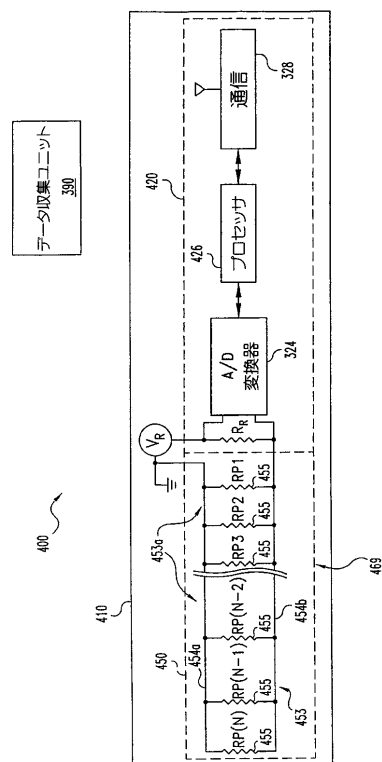
【図10】



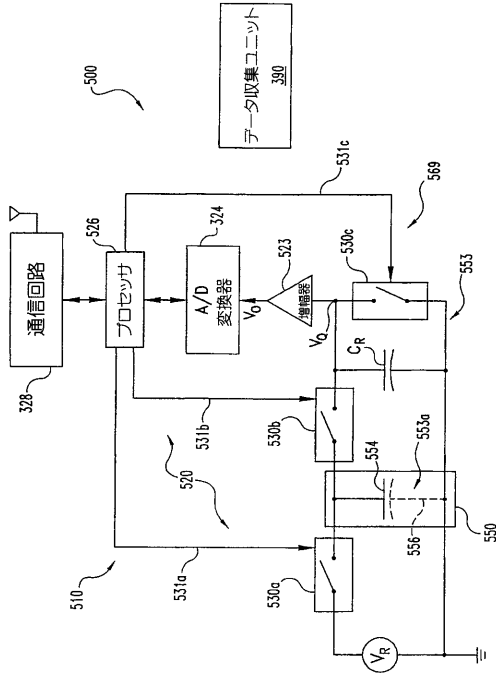
【図11】



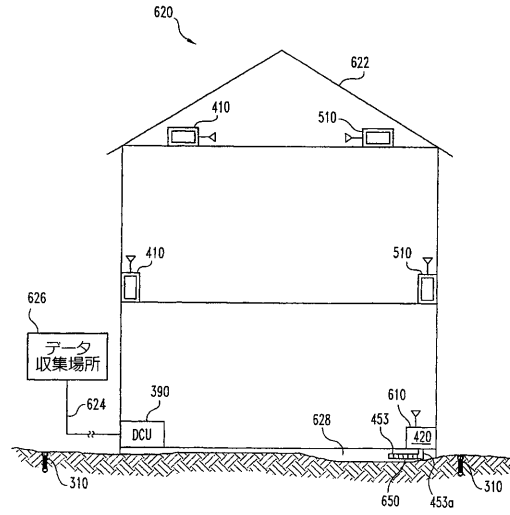
【図14】



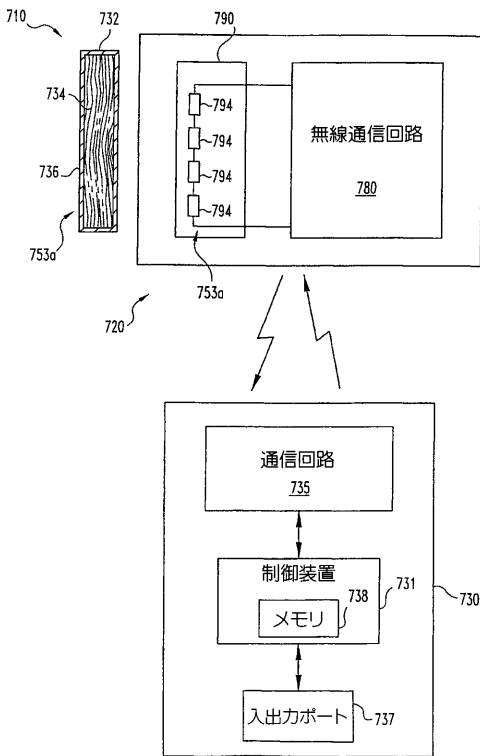
【図17】



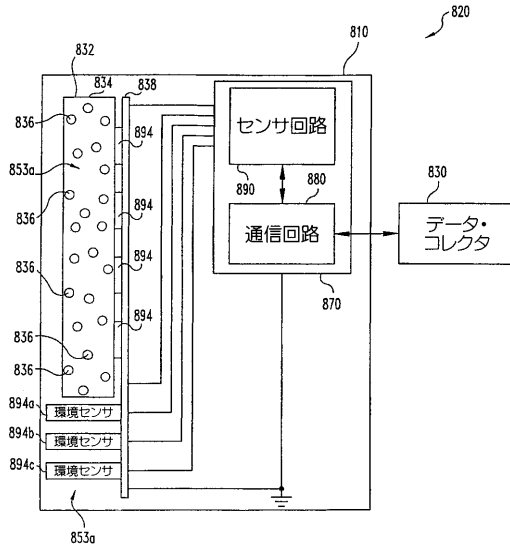
【図20】



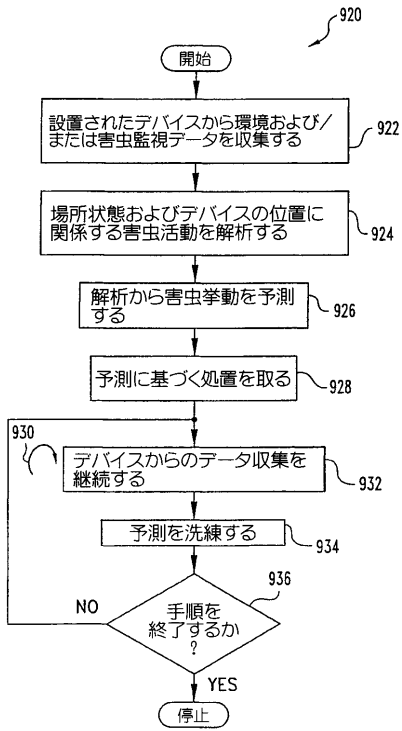
【図21】



【図22】



【 図 2 3 】



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
4 April 2002 (04.04.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/26033 A1

(51) International Patent Classification: A01M 31/00

93614 (US), BLACK, Don [US/US]; P.O. Box 1449, Pinedale, WY 82941 (US); KING, James, Edward [US/US]; 12830 Fleetwood South Drive, Carmel, IN 46032 (US); ROBERTSON, A, Sterett [US/US]; 11967 West County Road 400 North, Thorntown, IN 46071 (US); TROMPEN, Mick A. [US/US]; 1923 Emerald Pines Lane, Westfield, IN 46074 (US).

(21) International Application Number: PCT/US00/26373

(22) International Filing Date:
25 September 2000 (25.09.2000)

(25) Filing Language: English

(74) Agents: PAYNTER, L., Scott et al.; Woodard, Emhardt, Naughton, Moriarty & McNett, Bank One Center/Tower, Suite 3700, 111 Monument Circle, Indianapolis, IN 46204 (US).

(26) Publication Language: English

(63) Related by continuation (CON) or continuation-in-part (CIP) to earlier application:
US 99/16519 (CIP)
Filed on 21 July 1999 (21.07.1999)

(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

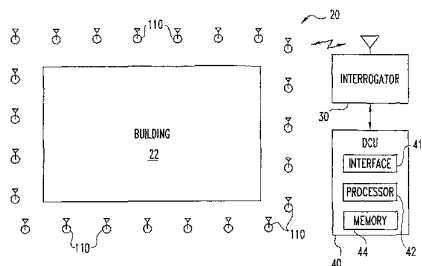
(71) Applicant (for all designated States except US): DOW AGROSCIENCES LLC [US/US]; 9330 Zionsville Road, Indianapolis, IN 46268 (US).

(72) Inventors; and
(75) Inventors/Applicants (for US only): BARBER, Daniel, T. [US/US]; 31090 Big River Court, Coarsegold, CA

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European

[Continued on next page]

(54) Title: SENSING DEVICES, SYSTEMS, AND METHODS PARTICULARLY FOR PEST CONTROL



(57) Abstract: A pest control system (20) includes pest control devices (110) installed about an area or building (22). These devices (110) each include a bait member and a communication circuit. The communication circuit may be in the form of a passive RF tag that transmits information indicative of bait status and an identifier unique to each pest control device (110). A hand held interrogator (30) is provided to locate and communicate with the pest control devices (110) via the communication circuit. A data collection unit (40) to accumulate data gathered from the pest control devices (110) may alternatively or additionally be utilized. The device (110) includes a sensor that has an electrically conductive pathway comprised of a nonmetallic material. Other pest control devices to detect varying nonzero levels of pest activity are also disclosed. Still another device includes one or more environmental sensors to further evaluate and predict pest behavior.



WO 02/26033 A1

WO 02/26033 A1 

patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). *For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.*

Published:
— *with international search report*

WO 02/26033

PCT/US00/26373

SENSING DEVICES, SYSTEMS, AND METHODS
PARTICULARLY FOR PEST CONTROL

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

5 The present Application is a continuation-in-part of International Patent
Application Number PCT/US99/16519, filed 21 July 1999, which is hereby
incorporated by reference.

BACKGROUND

10 The present invention relates to data gathering and sensing techniques, and
more particularly, but not exclusively, relates to techniques for gathering data from one
or more pest control devices.

The removal of pests from areas occupied by humans, livestock, and crops has
long been a challenge. Pests of frequent concern include various types of insects and
rodents. Subterranean termites are a particularly troublesome type of pest with the
potential to cause severe damage to wooden structures. Various schemes have been
15 proposed to eliminate termites and certain other harmful pests of both the insect and
noninsect variety. In one approach, pest control relies on the blanket application of
chemical pesticides in the area to be protected. However, as a result of environmental
regulations, this approach is becoming less desirable.

20 Recently, advances have been made to provide for the targeted delivery of
pesticide chemicals. U.S. Patent Number 5,815,090 to Su is one example. Another
example directed to termite control is the SENTRICON™ system of Dow
AgroSciences that has a business address of 9330 Zionsville Road, Indianapolis,
Indiana. In this system, a number of units each having a termite edible material are
25 placed in the ground about a dwelling to be protected. The units are inspected
routinely by a pest control service for the presence of termites, and inspection data is
recorded with reference to a unique barcode label associated with each unit. If
termites are found in a given unit, a bait is installed that contains a slow-acting
pesticide intended to be carried back to the termite nest to eradicate the colony.

30 However, techniques for more reliably sensing the activity of termites and other
pests is desired. Alternatively or additionally, the ability to gather more comprehensive
data relating to pest behavior is sought. Thus, there is a continuing demand for further
advancement in the area of pest control and related sensing technologies.

WO 02/26033

PCT/US00/26373

SUMMARY OF THE INVENTION

One embodiment of the present invention includes a unique sensing technique applicable to the control of pests. In another embodiment, a unique technique to gather data concerning pest activity is provided. A further embodiment includes a
5 unique pest control device to detect and exterminate one or more selected species of pest. As used herein, a "pest control device" refers broadly to any device that is used to sense, detect, monitor, bait, feed, poison, or exterminate one or more species of pest.

Another embodiment of the present invention includes a unique pest control
10 system. This system includes a number of pest control devices and an apparatus to gather data from the pest control devices. In one embodiment, the apparatus communicates with the pest control devices using wireless techniques and can also be arranged to locate the devices. The pest control devices can be of different types, at least some of which are configured to provide information relating to different levels of
15 pest activity in addition to an indication of whether pests are present or not.

Still another embodiment of the present invention includes a pest control device with a circuit including one or more sensing elements operable to be consumed or displaced by one or more pests. This circuit monitors an electrical and/or magnetic
20 property of the one or more sensing elements that is indicative of different nonzero levels of pest consumption or displacement.

In yet another embodiment of the present invention, a pest control device includes a circuit with an element operably changed by a degree of consumption or displacement that is comprised of an electrically conductive, nonmetallic material. Additionally or alternatively, this element can be composed of a material having a
25 volume resistivity of at least 0.001 ohm-cm.

In still another embodiment, a sensor includes one or more portions operable to be separated or removed from each other and a circuit operable to monitor a property corresponding to electrical capacitance that changes with removal or separation of the
30 one or more portions from the sensor. This separation or removal can occur due to consumption or displacement by pests; wear, erosion, or abrasion by mechanical means, and/or a chemical reaction. Accordingly, the sensor can be used to monitor various pest activities, mechanical operations, and chemical alterations to name only a few.

In an alternative embodiment of the present invention, a pest control device
35 includes a unique monitoring bait that is at least partially comprised of a magnetic material. In a further alternative, a pest control device includes one or more

WO 02/26033

PCT/US00/26373

environmental sensors to gather data about one or more corresponding environmental characteristics.

Other embodiments, forms, aspects, features, and objects of the present invention shall become apparent from the drawings and description contained herein.

WO 02/26033

PCT/US00/26373

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

- Fig. 1 is a diagrammatic view of a first type of pest control system according to the present invention that includes several of a first type of pest control device.
- Fig. 2 is a view of selected elements of the system of Fig. 1 in operation.
- 5 Fig. 3 is an exploded, partial sectional view of a pest monitoring assembly of the first type of pest control device.
- Fig. 4 is an exploded, partial sectional view of the pest monitoring assembly of Fig. 3 along a view plane perpendicular to the view plane of Fig. 3.
- Fig. 5 is a partial, top view of a portion of a communication circuit subassembly of the pest monitoring assembly shown in Figs. 3 and 4.
- 10 Fig. 6 is an exploded assembly view of the first type of pest control device with the pest monitoring assembly of Fig. 3.
- Fig. 7 is an exploded assembly view of the first type of pest control device with a pesticide delivery assembly in place of the pest monitoring assembly of Fig. 3.
- 15 Fig. 8 is a schematic view of selected circuitry of the system of Fig. 1.
- Fig. 9 is a schematic view of circuitry for the pest monitoring assembly of Fig. 3.
- Fig. 10 is a flowchart of one example of a process of the present invention that may be performed with the system of Fig. 1.
- Fig. 11 is a diagrammatic view of a second type of pest control system according to the present invention that includes a second type of pest control device.
- 20 Fig. 12 is an exploded, partial assembly view of the second type of pest control device.
- Fig. 13 is an end view of an assembled sensor of the second type of pest control device.
- 25 Fig. 14 is a diagrammatic view of a third type of pest control system according to the present invention that includes a third type of pest control device.
- Fig. 15 is a partial cutaway view of a sensor for the third type of pest control device.
- Fig. 16 is a sectional view of the sensor for the third type of pest control device taken along the section line 16—16 shown in Fig. 15.
- 30 Fig. 17 is a diagrammatic view of a fourth type of pest control system according to the present invention that includes a fourth type of pest control device.
- Fig. 18 is a partial cutaway view of a sensor for the fourth type of pest control device.
- 35 Fig. 19 is a sectional view of the sensor for the fourth type of pest control device taken along the section line 19—19 shown in Fig. 18.

WO 02/26033

PCT/US00/26373

Fig. 20 is a diagrammatic view of a fifth type of pest control system according to the present invention that includes pest control devices of the second, third, and fourth types, and further includes a fifth type of pest control device.

5 Fig. 21 is a diagrammatic view of a sixth type of pest control system according to the present invention that includes a sixth type of pest control device.

Fig. 22 is a diagrammatic view of a seventh type of pest control system according to the present invention that includes a seventh type of pest control device.

10 Fig. 23 is a flowchart of one example of a procedure of the present invention that may be performed with one or more of the first, second, third, fourth, fifth, sixth, or seventh systems.

WO 02/26033

PCT/US00/26373

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

For the purpose of promoting an understanding of the principles of the invention, reference will now be made to the embodiments illustrated in the drawings and specific language will be used to describe the same. It will nevertheless be understood that no limitation of the scope of the invention is thereby intended. Any alterations and further modifications in the described embodiments, and any further applications of the principles of the invention as described herein are contemplated as would normally occur to one skilled in the art to which the invention relates.

Fig. 1 illustrates pest control system 20 of one embodiment of the present invention. System 20 is arranged to protect building 22 from damage due to pests, such as subterranean termites. System 20 includes a number of pest control devices 110 positioned about building 22. In Fig. 1, only a few of devices 110 are specifically designated by reference numerals to preserve clarity. System 20 also includes interrogator 30 to gather information about devices 110. Data gathered from devices 110 with interrogator 30 is collected in Data Collection Unit (DCU) 40 through communication interface 41.

Referring additionally to Fig. 2, certain aspects of the operation of system 20 are illustrated. In Fig. 2, a pest control service provider P is shown operating interrogator 30 to interrogate pest control devices 110 located at least partially below ground G using a wireless communication technique. In this example, interrogator 30 is shown in a hand-held form convenient for sweeping over ground G to establish wireless communication with installed devices 110. Additional aspects of system 20 and its operation are described in connection with Figs. 8-10, but first further details concerning a representative pest control device 110 are described with reference to Figs. 3-7.

Figs. 3-7 illustrates various features of pest control device 110. To initially detect pests, pest control device 110 is internally configured with pest monitoring assembly 112. Referring more specifically to Figs. 3 and 4, pest monitoring assembly 112 is illustrated along centerline assembly axis A. Axis A coincides with the view planes of both Figs. 3 and 4; where the view plane of Fig. 4 is perpendicular to the view plane of Fig. 3.

Pest monitoring assembly 112 includes sensor subassembly 114 below communication circuit subassembly 116 along axis A. Sensor subassembly 114 includes two (2) bait members 132 (see Figs. 3 and 6). Bait members 132 are each made from a bait material for one or more selected species of pests. For example, bait members 132 can each be made of a material that is a favorite food of such pests.

WO 02/26033

PCT/US00/26373

In one example directed to subterranean termites, bait members 132 are each in the form of a soft wood block without a pesticide component. In other examples for termites, one or more of bait members 132 can include a pesticide, have a composition other than wood, or a combination of these features. In still other
5 examples where pest control device 110 is directed to a type of pest other than termites, a correspondingly different composition of each bait member 132 is typically used.

Sensor subassembly 114 also includes sensor 150. Sensor 150 is depicted between bait members 132 in Figs. 3 and 6; where Fig. 6 is a more fully assembled
10 view of pest control device 110 than Fig. 3. Sensor 150 is generally elongated and has end portion 152a opposite end portion 152b as shown in Figs. 4 and 6. A middle portion of sensor 150 is represented by a pair of adjacent break lines separating portions 152a and 152b in Fig. 4, and bait members 132 are not shown in Fig. 4 to prevent obscuring the view of sensor 150.

Sensor 150 includes substrate 151. Substrate 151 carries conductor 153 that
15 is arranged to provide sensing element 153a in the form of an electrically conductive loop or pathway 154 shown in the broken view of Fig. 4. Along the middle sensor portion represented by the break lines of Fig. 4, the four segments of pathway 154 continue along a generally straight, parallel route (not shown), and correspondingly
20 join the four pathway segments of end portion 152a ending at one of the break lines with the four pathway segments of end portion 152b ending at another of the break lines. Pathway 154 terminates with a pair of electrical contact pads 156 adjacent substrate edge 155 of end portion 152a.

Substrate 151 and/or conductor 153 are/is comprised of one or more materials
25 susceptible to consumption or displacement by the pests being monitored with pest monitoring assembly 112. These materials can be a food substance, a nonfood substance, or a combination of both for the one or more pest species of interest. Indeed, it has been found that materials composed of nonfood substances will be readily displaced during the consumption of adjacent edible materials, such as bait
30 members 132. As substrate 151 or conductor 153 are consumed or displaced, pathway 154 is eventually altered. This alteration can be utilized to indicate the presence of pests by monitoring one or more corresponding electrical properties of pathway 154 as will be more fully described hereinafter. Alternatively, substrate 151 and/or conductor 153 can be oriented with respect to bait members 132 so that a
35 certain degree of consumption or displacement of bait members 132 exerts a mechanical force sufficient to alter the electrical conductivity of pathway 154 in a

WO 02/26033

PCT/US00/26373

detectable manner. For this alternative, substrate 151 and/or conductor 153 need not be directly consumed or displaced by the pest of interest.

Pest monitoring assembly 112 further includes circuit subassembly 116 coupled to sensor subassembly 114. Circuit subassembly 116 is arranged to detect and communicate pest activity as indicated by a change in one or more electrical properties of pathway 154 of sensor subassembly 114. Circuit subassembly 116 includes circuit enclosure 118 for housing communication circuitry 160 and a pair of connection members 140 for detachably coupling communication circuitry 160 to sensor 150 of sensor subassembly 114. Various operational aspects of this arrangement are described in connection with Figs. 8-10 hereinafter. Enclosure 118 includes cover piece 120, o-ring 124, and base 130, that each have a generally circular outer perimeter about axis A. Enclosure 118 is shown more fully assembled in Fig. 4 relative to Fig. 3. Cover piece 120 defines cavity 122 bounded by inner lip 123. Base 130 defines channel 131 (shown in phantom) sized to receive o-ring 124 and also includes outer flange 133 configured to engage inner lip 123 when base 130 is assembled with cover piece 120 (see Fig. 4).

Communication circuitry 160 is positioned between cover piece 120 and base 130. Communication circuitry 160 includes coil antenna 162 and printed wiring board 164 carrying circuit components 166. Referring also to Fig. 5, a top view is shown of an assembly of base 130, connection members 140, and wireless communication circuitry 160. In Fig. 5, axis A is perpendicular to the view plane and is represented by like labeled cross-hairs. Base 130 includes posts 132 to engage mounting holes through printed wiring board 164. Base 130 also includes mounts 134 to engage coil antenna 162 and maintain it in fixed relation to base 130 and printed wiring board 164 when assembled together. Base 130 further includes four supports 136 each defining opening 137 therethrough as best illustrated in Fig. 4. Base 130 is shaped with a centrally located projection 138 between adjacent pairs of supports 136. Projection 138 defines recess 139 (shown in phantom in Fig. 3).

Referring generally to Figs. 3-5, connection members 140 each include a pair of connection nubs 146. Each nub 146 has neck portion 147 and head portion 145 that extend from opposing end portions of the respective connection member 140. For each connection member 140, projection 148 is positioned between the corresponding pair of nubs 146. Projection 148 defines recess 149. Connection members 140 are formed from an electrically conductive, elastomeric material. In one embodiment, each connection member 140 is made from a carbon-containing silicone rubber, such as compound 882 available from TECKNIT, having a business address of 129 Dermody

WO 02/26033

PCT/US00/26373

Street, Cranford, NJ 07016. Nonetheless, in other embodiments, a different composition can be used.

To assemble each connection member 140 to base 130, the corresponding pair of nubs 146 are inserted through a respective pair of openings 137 of supports 136, with projection 148 extending into recess 139. Head portion 145 of each of nubs 146 is sized to be slightly larger than the respective opening 137 through which it is to pass. As a result, during insertion, head portions 145 are elastically deformed until fully passing through the respective opening 137. Once head portion 145 extends through opening 137, it returns to its original shape with neck 147 securely engaging the opening margin. By appropriate sizing and shaping of head portion 145 and neck portion 147 of nubs 146, openings 137 can be sealed to resist the passage of moisture and debris when base 130 and connection members 140 are assembled together. As shown in Fig. 5, printed wiring board 164 contacts one nub 146 of each connection member 140 after assembly.

After connection members 140 are assembled with base 130, enclosure 118 is assembled by inserting base 130 into cavity 122 with o-ring 124 carried in channel 131. During insertion, cover piece 120 and/or base 130 elastically deform so that flange 133 extends into cavity 122 beyond inner lip 123, such that cover piece 120 and base 130 engage each other with a "snap-fit" type of connection. The angled profile of the outer surface of base 130 facilitates this form of assembly. Once cover piece 120 and base 130 are connected in this manner, o-ring 124 provides a resilient seal to resist the intrusion of moisture and debris into cavity 122. The inner surface of cover piece 120 engaged by base 130 has a complimentary profile that can also assist with sealing.

After communication circuit subassembly 116 is assembled, sensor 150 is assembled to subassembly 116 by asserting end portion 152a into recess 149 of each connection member 140 carried by base 130. Connection members 140 are sized to be slightly elastically deformed by the insertion of end portion 152a into recess 149, such that a biasing force is applied by connection members 140 to end portion 152a to securely hold sensor 150 in contact therewith. Once end portion 152a is inserted into connection members 140, each pad 156 is electrically contacted by a different one of connection members 140. In turn, each nub 146 that contacts printed wiring board 164 electrically couples pathway 154 to printed wiring board 164.

Referring to Fig. 6, an exploded view of pest control device 110 and pest monitoring assembly 112 is depicted. In Fig. 6, sensor subassembly 114 and circuit subassembly 116 are shown assembled together and nested in carrying member 190

WO 02/26033

PCT/US00/26373

to maintain pest monitoring assembly 112 as a unit. Carrying member 190 is in the form of a frame that includes base 192 attached to opposing side members 194. Only one of side members 194 is fully visible in Fig. 6, with the other extending from base 192 along the hidden side of pest monitoring assembly 112 in a like manner. Side members 194 are joined together by bridge 196 opposite base 192. Bridge 196 is arranged to define a space 198 contoured to receive the assembled enclosure 118 of circuit subassembly 116.

Pest control device 110 includes housing 170 with removable cap 180 arranged for placement in the ground as shown, for example, in Fig. 2. Housing 170 defines chamber 172 intersecting opening 178. Pest monitoring assembly 112 and carrying member 190 are sized for insertion into chamber 172 through opening 178. Housing 170 has end portion 171a opposite end portion 171b. End portion 171b includes tapered end 175 to assist with placement of pest control 110 in the ground as illustrated in Fig. 2. End 175 terminates in an aperture (not shown). In communication with chamber 172 are a number of slots 174 defined by housing 170. Slots 174 are particularly well-suited for the ingress and egress of termites from chamber 172. Housing 170 has a number of protruding flanges a few of which are designated by reference numerals 176a, 176b, 176c, 176d, and 176e in Fig. 6 to assist with positioning of pest control device 110 in the ground.

Once inside chamber 172, pest monitoring assembly 112 can be secured in housing 170 with cap 180. Cap 180 includes downward prongs 184 arranged to engage channels 179 of housing 170. After cap 180 is fully seated on housing 170, it can be rotated to engage prongs 184 in a latching position that resists disassembly. This latching mechanism can include a pawl and detent configuration. Slot 182 can be used to engage cap 180 with a tool, such as a flat-bladed screwdriver, to assist in rotating cap 180. It is preferred that carrying member 190, base 130, cover piece 120, housing 170, and cap 180 be made of a material resistant to deterioration by expected environmental exposure and resistant to alteration by the pests likely to be detected with pest control device 110. In one form, these components are made from a polymeric resin like polypropylene or CYCOLAC AR polymeric plastic material available from General Electric Plastics, having a business address of One Plastics Avenue Pittsfield, MA 01201.

Typically, pest monitoring assembly 112 is placed in chamber 172 after housing 170 is at least partially installed in the ground in the region to be monitored. Assembly 112 is configured to detect and report pest activity as will be more fully explained in connection with Figs. 8-10. In one mode of operation, pest control device

WO 02/26033

PCT/US00/26373

110 is reconfigured to deliver a pesticide after pest activity is detected with pest monitoring assembly 112. Fig. 7 is an exploded assembly view of one example of such a reconfiguration. In Fig. 7, pest control device 110 utilizes pesticide delivery assembly 119 as a substitute for pest monitoring assembly 112 after pest activity has been detected. Substitution begins by rotating cap 180 in a direction opposite that required to latch it, and removing cap 180 from housing 170. Typically, the removal of cap 180 is performed with housing 170 remaining at least partially installed in the ground. Pest monitoring assembly 112 is then extracted from housing 170 by pulling carrying member 190. It has been found that application of pest control device 110 to pests such as termites can lead to the accumulation of a substantial amount of dirt and debris in chamber 172 before pest monitoring assembly 112 is removed. This accumulation can hamper the removal of pest monitoring assembly 112 from chamber 172. As a result, member 190 is preferably arranged to withstand at least 40 pounds (lbs.) of pulling force, and more preferably at least 80 lbs. of pulling force.

After pest monitoring assembly 112 is removed from chamber 172, pesticide delivery assembly 119 is placed in chamber 172 of housing 170 through opening 178. Pesticide delivery assembly 119 includes pesticide bait tube 1170 defining chamber 1172. Chamber 1172 contains pesticide bearing matrix member 1173. Tube 1170 has a threaded end 1174 arranged for engagement by cap 1176, which has complimentary inner threading (not shown). Cap 1176 defines aperture 1178. Circuit subassembly 116 is detached from sensor 150 before, during, or after removal of pest monitoring assembly 112 from housing 170. Aperture 1178 is accordingly sized and shaped to securely receive circuit subassembly 116 after disassembly from pest monitoring assembly 112. After pesticide delivery assembly 119 is configured with circuit subassembly 116, it is placed in chamber 172, and cap 180 can re-engage housing 170 in the manner previously described.

Fig. 8 schematically depicts circuitry of interrogator 30 and pest monitoring assembly 112 for a representative pest control device 110 of system 20 shown in Fig. 1. Monitoring circuitry 169 of Fig. 8 collectively represents communication circuitry 160 connected to conductor 153 of sensor 150 by connection members 140. In Fig. 8, pathway 154 of monitoring circuitry 169 is represented with a single-pole, single-throw switch corresponding to the capability of sensor 150 to provide a closed or open electrical pathway in accordance with pest activity. Further, communication circuitry 160 includes sensor state detector 163 to provide a two-state status signal when energized; where one state represents an open or high resistance pathway 154 and the other state represents an electrically closed or continuous pathway 154.

WO 02/26033

PCT/US00/26373

Communication circuit 160 also includes identification code 167 to generate a corresponding identification signal for device 110. Identification code 167 may be in the form of a predetermined multibit binary code or such other form as would occur to those skilled in the art.

5 Communication circuitry 160 is configured as a passive RF transponder that is energized by an external stimulation or excitation signal from interrogator 30 received via coil antenna 162. Likewise, detector 163 and code 167 of circuitry 160 are powered by this stimulation signal. In response to being energized by a stimulation signal, communication circuitry 160 transmits information to interrogator 30 with coil antenna 162 in a modulated RF format. This wireless transmission corresponds to the
10 bait status determined with detector 163 and a unique device identifier provided by identification code 167.

Referring additionally to Fig. 9, further details of communication circuitry 160 and monitoring circuitry 169 are depicted. In Fig. 9, a broken line box represents
15 printed wiring board 164, circumscribing components 166 that it carries. Circuit components 166 include capacitor C, integrated circuit IC, resistor R, and PNP transistor Q1. In the depicted embodiment, integrated circuit IC is a passive, Radio Frequency Identification Device (RFID) model no. MCRF202 provided by Microchip Technologies, Inc of 2355 West Chandler Blvd., Chandler, AZ 85224-6199.
20 Integrated circuit IC includes code 167 and detector 163.

IC also includes two (2) antenna connections V_A and V_B , that are connected to a parallel network of coil antenna 162 and capacitor C. Capacitor C has a capacitance of about 390 picoFarads (pF), and coil antenna 162 has an inductance of about 4.16 millihenries (mH) for the depicted embodiment. IC is configured to supply a regulated
25 D.C. electric potential via contacts V_{CC} and V_{SS} , with V_{CC} being at a higher potential. This electric potential is derived from the stimulus RF input received with coil antenna 162 via connections V_A and V_B . The V_{CC} connection of IC is electrically coupled to the emitter of transistor Q1 and one of the electrical contact pads 156 of sensor 150. The base of transistor Q1 is electrically coupled to the other of electrical contact pads 156.
30 Resistor R is electrically connected between the V_{SS} connection of IC and the base of transistor Q1. The collector of transistor Q1 is coupled to the SENSOR input of IC. When intact, the serially connected electrically conductive pathway 154 and connection members 140 present a relatively low resistance compared to the depicted value of 330 Kilo-ohms for resistor R. Accordingly, the voltage presented at the base
35 of transistor Q1 by the voltage divider formed by R, connection members 140, and electrically conductive pathway 154 is not sufficient to turn on transistor Q1-- instead

WO 02/26033

PCT/US00/26373

shunting current through R. As a result, the input SENSOR to IC is maintained at a logic low level relative to V_{SS} via a pull-down resistor internal to IC (not shown). When the resistance of electrically conductive path 154 increases to indicate an open circuit condition, the potential difference between the emitter and base of transistor Q1

5 changes to turn-on transistor Q1. In correspondence, the voltage potential provided to the SENSOR input of IC is at a logic level high relative to V_{SS} . The transistor Q1 and resistor R circuit arrangement has the effect of reversing the logic level input to SENSOR of IC compared to placing electrically conductive pathway 154 directly across V_{CC} and the SENSOR input.

10 In other embodiments, different arrangements of one or more components may be utilized to collectively or separately provide communication circuitry 160. In one alternative configuration, communication circuit 160 may transmit only a bait status signal or an identification signal, but not both. In a further embodiment, different variable information about device 110 may be transmitted with or without bait status or

15 device identification information. In another alternative, communication circuit 160 may be selectively or permanently "active" in nature, having its own internal power source. For such an alternative, power need not be derived from an external stimulus signal. Indeed, device 110 could initiate communication instead. In yet another alternative embodiment, device 110 may include both active and passive circuits.

20 Fig. 8 also illustrates communication circuitry 31 of interrogator 30. Interrogator 30 includes RF excitation circuit 32 to generate RF stimulation signals and RF receiver (RXR) circuit 34 to receive an RF input. Circuits 32 and 34 are each operatively coupled to controller 36. While interrogator 30 is shown with separate coils for circuits 32 and 34, the same coil may be used for both in other embodiments. Controller 36 is

25 operatively coupled to Input/Output (I/O) port 37 and memory 38 of interrogator 30. Interrogator 30 has its own power source (not shown) to energize circuitry 31 that is typically in the form of an electrochemical cell, or battery of such cells (not shown). Controller 36 may be comprised of one or more components. In one example controller 36 is a programmable microprocessor-based type that executes instructions

30 loaded in memory 38. In other examples, controller 36 may be defined by analog computing circuits, hardwired state machine logic, or other device types as an alternative or addition to programmable digital circuitry. Memory 38 may include one or more solid-state semiconductor components of the volatile or nonvolatile variety. Alternatively or additionally, memory 38 may include one or more electromagnetic or

35 optical storage devices such as a floppy or hard disk drive or a CD-ROM. In one

WO 02/26033

PCT/US00/26373

example, controller 36, I/O port 37, and memory 38 are integrally provided on the same integrated circuit chip.

I/O port 37 is configured to send data from interrogator 30 to data collection unit 40 as shown in Fig. 1. Referring back to Fig. 1, further aspects of data collection unit 40 are described. Interface 41 of unit 40 is configured for communicating with interrogator 30 via I/O port 37. Unit 40 also includes processor 42 and memory 44 to store and process information obtained from interrogator 30 about devices 110. Processor 42 and memory 44 may be variously configured in an analogous manner to that described for controller 36 and memory 38, respectively. Further, interface 41, processor 42, and memory 44 may be integrally provided on the same integrated circuit chip.

Accordingly, for the depicted embodiment communication circuitry 160 transmits bait status and identifier information to interrogator 30 when interrogator 30 transmits a stimulation signal to device 110 within range. RF receiver circuit 34 of interrogator 30 receives the information from device 110 and provides appropriate signal conditioning and formatting for manipulation and storage in memory 38 by controller 36. Data received from device 110 may be transmitted to data collection unit 40 by operatively coupling I/O port 37 to interface 41.

Unit 40 can be provided in the form of a laptop personal computer, hand-held or palm type computer, or other dedicated or general purpose variety of computing device that is adapted to interface with interrogator 30 and programmed to receive and store data from interrogator 30. In another embodiment, unit 40 may be remotely located relative to interrogator 30. For this embodiment, one or more interrogators 30 communicate with unit 40 over an established communication medium like the telephone system or a computer network like the internet. In yet another embodiment, interrogator 30 is absent and unit 40 is configured to communicate directly with communication circuitry 160. Interrogator 30 and/or unit 40 is arranged to communicate with one or more pest control devices through a hardwired interface. In still other embodiments, different interface and communication techniques may be used with interrogator 30, data collection unit 40, and devices 110 as would occur to those skilled in the art.

In a preferred embodiment directed to subterranean termites, substrate 151 is preferably formed from a nonfood material that is resistant to changes in dimension when exposed to moisture levels expected in an in-ground environment. It has been found that such a dimensionally stable substrate is less likely to cause inadvertent alterations to the electrically conductive pathway 154. One preferred example of a

WO 02/26033

PCT/US00/26373

more dimensionally stable substrate 151 includes a paper coated with a polymeric material, such as polyethylene. Nonetheless, in other embodiments, substrate 151 may be composed of other materials or compounds including those that may change in dimension with exposure to moisture and that may alternatively or additionally
5 include one or more types of material favored as a food by targeted pests.

It has been found that in some applications, certain metal-based electrical conductors, such as a silver-containing conductor, tend to readily ionize in aqueous solutions common to the environment in which pest control devices are typically used. This situation can lead to electrical shorting or bridging of the pest control device
10 conductive pathway by the resulting electrolytic solution, possibly resulting in improper device performance. It has also been surprisingly discovered that a carbon-based conductor has a substantially reduced likelihood of electrical shorting or bridging. Accordingly, for such embodiments, pathway 154 is preferably formed from a nonmetallic, carbon-containing ink compound. One source of such ink is the Acheson
15 Colloids Company with a business address of 600 Washington Ave., Port Huron, Michigan. Carbon-containing conductive ink comprising conductor 153 can be deposited on substrate 151 using a silk screening, pad printing, or ink jet dispensing technique; or such other technique as would occur to those skilled in the art.

Compared to commonly selected metallic conductors, a carbon-based
20 conductor can have a higher electrical resistivity. Preferably, the volume resistivity of the carbon-containing ink compound is greater than or equal to about 0.001 ohm-cm (ohm-centimeter). In a more preferred embodiment, the volume resistivity of conductor 153 comprised of a carbon-containing material is greater than or equal to 0.1 ohm-cm. In a still more preferred embodiment, the volume resistivity of conductor 153
25 comprised of a carbon-containing material is greater than or equal to about 10 ohm-cm. In yet other embodiments, conductor 153 can have a different composition or volume resistivity as would occur to those skilled in the art.

In further embodiments, other electrically conductive elements and/or compounds are contemplated for pest control device conductors that are not
30 substantially subject to ionization in aqueous solutions expected in pest control device environments. In still further embodiments of the present invention, metal-based conductors are utilized notwithstanding the risk of electrical bridging or shorting.

Referring generally to Figs. 1-9, certain operational aspects of system 20 are further described. Typically, interrogator 30 is arranged to cause excitation circuit 32
35 to generate an RF signal suitable to energize circuitry 169 of device 110 when device 110 is within a predetermined distance range of interrogator 30. In one embodiment,

WO 02/26033

PCT/US00/26373

controller 36 is arranged to automatically prompt generation of this stimulation signal on a periodic basis. In another embodiment, the stimulation signal may be prompted by an operator through an operator control coupled to interrogator 30 (not shown). Such operator prompting may be either as an alternative to automatic prompting or as an additional prompting mode. Interrogator 30 may include a visual or audible indicator of a conventional type (not shown) to provide interrogation status to the operator as needed.

Referring further to the flowchart of Fig. 10, termite control process 220 of a further embodiment of the present invention is illustrated. In stage 222 of process 220, a number of pest control devices 110 are installed in a spaced apart relationship relative to an area to be protected. By way of nonlimiting example, Fig. 1 provides a diagram of one possible distribution of a number of devices 110 arranged about building 22 to be protected. One or more of these devices can be at least partially placed below ground as illustrated in Fig. 2.

For process 220, devices 110 are initially each installed with a pest monitoring assembly 112 each including a pair of bait members 132 of a monitoring variety that are favored as a food by subterranean termites and do not include a pesticide. It has been found that once a colony of termites establish a pathway to a food source, they will tend to return to this food source. Consequently, devices 110 are initially placed in a monitoring configuration to establish such pathways with any termites that might be in the vicinity of the area or structures desired to be protected, such as building 22.

Once in place, a map of devices 110 is generated in stage 224. This map includes indicia corresponding to the coded identifiers for installed devices 110. In one example, the identifiers are unique to each device 110. Pest monitoring loop 230 of process 220 is next encountered with stage 226. In stage 226, installed devices 110 are periodically located and data is loaded from each device 110 by interrogation of the respective wireless communication circuit 160 with interrogator 30. This data corresponds to bait status and identification information. In this manner, pest activity in a given device 110 may readily be detected without the need to extract or open each device 110 for visual inspection. Further, such wireless communication techniques permit the establishment and building of an electronic database that may be downloaded into data collection device 40 for long term storage.

It should also be appreciated that over time, subterranean pest monitoring devices 110 may become difficult to locate as they have a tendency to migrate, sometimes being pushed further underground. Moreover, in-ground monitoring devices 110 may become hidden by the growth of surrounding plants. In one

WO 02/26033

PCT/US00/26373

embodiment, interrogator 30 and multiple devices 110 are arranged so that interrogator 30 only communicates with the closest device 110. This technique may be implemented by appropriate selection of the communication range between interrogator 30 and each of devices 110, and the position of devices 110 relative to each other. Accordingly, interrogator 30 may be used to scan or sweep a path along the ground to consecutively communicate with each individual device 110. For such embodiments, the wireless communication subsystem 120 provided by interrogator 30 with each of devices 110 provides a procedure and means to more reliably locate a given device 110 after installation as opposed to more limited visual or metal detection approaches. Indeed, this localization procedure may be utilized in conjunction with the unique identifier of each device and/or the map generated in stage 224 to more rapidly service a site in stage 226. In a further embodiment, the locating operation may be further enhanced by providing an operator-controlled communication range adjustment feature for interrogator 30 (not shown) to assist in refining the location of a given device. Nonetheless, in other embodiments, devices 110 may be checked by a wireless communication technique that does not include the transmission of identification signals or a coordinating map. Further, in alternative embodiments, localization of devices 110 with interrogator 30 may not be desired.

Process 220 next encounters conditional 228. Conditional 228 tests whether any of the status signals, corresponding to a broken pathway 154, indicate termite activity. If the test of conditional 228 is negative, then monitoring loop 230 returns to stage 226 to again monitor devices 110 with interrogator 30. Loop 230 may be repeated a number of times in this fashion. Typically, the rate of repetition of loop 230 is on the order of a few days or weeks and may vary. If the test of conditional 228 is affirmative, then process 220 continues with stage 240. In stage 240, the pest control service provider places a pesticide laden bait in the vicinity of the detected pests. In one example, pesticide placement includes the removal of cap 180 by the service provider and extraction of pest activity monitoring assembly 130 from housing 170. Next, for this example, pest control device 110 is reconfigured, exchanging pest monitoring assembly 112 with pesticide delivery assembly 119 as previously described in connection with Fig. 7.

In other embodiments, the replacement device may include a different configuration of communication circuit or lack a communication circuit entirely. In one alternative, the pesticide is added to the existing pest sensing device by replacing one or more of the bait members 132, and optionally, sensor 150. In still another embodiment, pesticide bait or other material is added with or without the removal of

WO 02/26033

PCT/US00/26373

pest monitoring assembly 112. In yet a further embodiment, pesticide is provided in a different device that is installed adjacent to the installed device 110 with pest activity. During the pesticide placement operation of stage 240, it is desirable to return or maintain as many of the termites as possible in the vicinity of the device 110 where the pest activity was detected so that the established pathway to the nest may serve as a ready avenue to deliver the pesticide to the other colony members.

After stage 240, monitoring loop 250 is encountered with stage 242. In stage 242, devices 110 continue to be periodically checked. In one embodiment, the inspection of devices 110 corresponding to pesticide bait is performed visually by the pest control service provider while the inspection of other devices 110 in the monitoring mode ordinarily continues to be performed with interrogator 30. In other embodiments, visual inspection may be supplemented or replaced by electronic monitoring using the pest activity monitoring assembly 130 configured with poisoned bait matrix, or a combination of approaches may be performed. In one alternative, pathway 154 is altered to monitor pesticide baits such that it is typically not broken to provide an open circuit reading until a more substantial amount of bait consumption has taken place relative to the pathway configuration for the monitoring mode. In still other alternatives, the pesticide bait may not ordinarily be inspected – instead being left alone to reduce the risk of disturbing the termites as they consume the pesticide.

After stage 242, conditional 244 is encountered that tests whether process 220 should continue. If the test of conditional 244 is affirmative – that is process 220 is to continue – then conditional 246 is encountered. In conditional 246, it is determined if more pesticide bait needs to be installed. More bait may be needed to replenish consumed bait for devices where pest activity has already been detected, or pesticide bait may need to be installed in correspondence with newly discovered pest activity for devices 110 that remained in the monitoring mode. If the conditional 246 test is affirmative, then loop 252 returns to stage 240 to install additional pesticide bait. If no additional bait is needed as determined via conditional 246, then loop 250 returns to repeat stage 242. Loops 250, 252 are repeated in this manner unless the test for conditional 244 is negative. The repetition rate of loops 250, 252 and correspondingly the interval between consecutive performances of stage 242, is on the order of a few days or weeks and may vary. If the test of conditional 244 is negative, then devices 110 are located and removed in stage 260 and process 220 terminates.

Data collected with interrogator 30 during performance of process 220 can be downloaded into unit 40 from time to time. However, in other embodiments, unit 40 may be optional or absent. In still another alternate process, monitoring for additional

WO 02/26033

PCT/US00/26373

pest activity in stage 242 may not be desirable. Instead, the monitoring units may be removed. In a further alternative, one or more devices 110 configured for monitoring may be redistributed, increased in number, or decreased in number as part of the performance of the process. In yet other embodiments, a data collection unit is utilized to interface with one or more pest control devices in lieu of interrogator 30. Additionally or alternatively, interfacing with interrogator 30 and/or unit 40 may be through a hardwired communication connection.

Fig. 11 illustrates pest control system 300 of another embodiment of the present invention where like reference numerals refer to like features previously described. Pest control system 300 includes pest control device 310 and data collection unit 390. Pest control device 310 includes circuitry 320 removably coupled to sensor 350 by connection members 140.

Referring additionally to the partial assembly view of Fig. 12, sensor 350 includes substrate 351 that carries electrically resistive network 353. Network 353 includes a number of sensing elements 353a in the form of electrically resistive branches or pathways 354 spaced apart from one another along substrate 351. Resistive pathways 354 are each schematically represented by a different resistor R1-R13 in Fig. 11. Network 353 extends from contact pads 356 at edge 355 to substrate end portion 357. When coupled together, network 353 and circuitry 320 comprise monitoring circuit 369.

With further reference to the end view of Fig. 13, a fully assembled and implemented form of sensor 350 is shown. Sensor 350 is configured to be rolled, folded, bent, or wrapped about assembly axis A1 as shown in Fig. 13 to provide a number of adjacent layers 360, only a few of which are designated by reference numerals. It should be understood that axis A1 in Fig. 13 is perpendicular to the Fig. 13 view plane and is correspondingly represented by like-labeled cross-hairs. Referring back to Figs. 11 and 12, circuitry 320 is contained in circuit enclosure 318. Enclosure 318 can be configured in a manner like enclosure 118 of pest monitoring subassembly 114 for pest control device 110. Indeed, enclosure 318 is arranged to receive a pair of connection members 140 to electrically couple pads 356 of sensor 350 to circuitry 320 in the same manner that pads 156 of sensor 150 are coupled to circuitry 160. Circuitry 320 includes a reference resistor R_R connected in series with network 353 when circuitry 320 and sensor 350 are coupled together to form monitoring circuit 369. A voltage reference V_R is also coupled across network 353 and reference resistor R_R . The voltage across reference resistor R_R , designated V_i , is selectively digitized by Analog-to-Digital (A/D) converter 324 using standard

WO 02/26033

PCT/US00/26373

techniques. The digital output from A/D converter 324 is provided to processor 326. Processor 326 is operatively coupled to communication circuit 328.

Processor 326 can be comprised of one or more components. In one example, processor 326 is a programmable digital microprocessor arrangement that executes instructions stored in an associated memory (not shown). In other examples, processor 326 can be defined by analog computing circuits, hardwired state machine logic, or other device types as an alternative or an addition to programmable digital circuitry. Memory is also preferably included in communication circuitry 320 to store digitized values determined with A/D converter 324 (not shown). This memory can be integral to A/D converter 324 or processor 326, separate from either, or a combination of these.

Communication circuit 328 is of a wireless type, such as the active and passive wireless communication circuit embodiments previously described in connection with system 20. Communication circuit 328 is arranged to communicate with processor 326. Alternatively or additionally, communication circuit 328 can include one or more input/output (I/O) ports for hardwired communication.

One or more of voltage reference V_R , A/D converter 324, processor 326 or communication circuit 328 can be combined in an integrated circuit chip or unit. Further, circuitry 320, and correspondingly monitoring circuit 369, can be of a passive type powered by an external source; active with its own power source; or a combination of these.

Data collection unit 390 includes an active wireless transmitter/receiver (TXR/RXR) 392 configured to communicate with communication circuit 328 of device 310, processor 394 coupled to TXR/RXR 392, interface 396, and memory 398. Processor 394 and memory 398 can be the same as processor 42 and memory 44 of data collection unit 40, respectively, or be of a different arrangement as would occur to those skilled in the art. Interface 396 provides for the option of a hardwired interface to device 310 and/or other computing devices (not shown). Data collection unit 390 is configured to receive and process information from one or more pest control devices as will be more fully described hereinafter.

Referring generally to Figs. 11-13, it should be understood that network 353 can be represented by an equivalent resistance R_S ; where R_S is a function of R1-R13 ($R_S = f(R1-R13)$). When R1-R13 are known, R_S can be determined by applying standard electrical circuit analysis techniques for series and parallel resistances. Furthermore, it should be understood that R_R and R_S can be modeled as a voltage

WO 02/26033

PCT/US00/26373

divider with respect to the reference voltage V_R such that the input voltage V_i to A/D converter 324 can be expressed by the following equation: $V_i = V_R * (R_9 / (R_8 + R_9))$.

Substrate 351 and/or network 353 are provided from one or more materials that are subject to consumption or displacement by one or more pests of interest. As
5 sensor 350 is consumed or displaced by such pests, resistive pathways 354 comprising branches of network 353 are disrupted, becoming electrically open. As one or more resistive pathways 354 become open, the value of R_S changes. Accordingly, with the proper selection of resistance values for resistive pathways 354 relative to each other, R_R , and V_R , a number of different values of R_S can be provided
10 in correspondence with the opening of different resistive pathways 354 and/or different combinations of open pathways 354.

Unlike Fig. 12, Fig. 13 depicts sensor 350 after one or more pests have begun consumption or displacement of substrate 351 and/or network 353. In Fig. 13, pest T is illustrated in connection with pest-created opening 370 that was caused by pest
15 consumption or displacement. The location of pest-created opening 370 relative to network 353 corresponds to phantom overlay 380 shown in Fig. 12. Pest-created opening 370 partially penetrates several layers 360 of sensor 350 from outer sensor margin 372 towards the middle of sensor 350 in the vicinity of axis A1. The pest-created opening 370 corresponds to separation or displacement of one or more
20 portions of sensor 350 relative to another portion that could result in opening one or more of resistive pathways 354, depending on relative location. Such separation or displacement can result from the removal of one or more pieces from sensor 350 due to pest activity. Even if a piece of sensor 350 is not removed by pests, separation or displacement of sensor 350 can still occur due to pest activity that separates or
25 displaces a first portion relative to a second portion in one sensor region, but leaves the first and second portions connected together in another sensor region. For example, in Fig. 13 sensor portion 374 is separated or displaced relative to sensor portion 376 by the formation of opening 370; however, sensor portions 374 and 376 remain connected by sensor portion 378.

30 It should be further understood that by spatially arranging the resistive pathways 354 in a predetermined manner, sensor 350 can be configured to generally indicate a progressively greater degree of consumption and displacement as the value of R_S , and accordingly V_i , change. For instance, the arrangement of substrate 351 shown in Fig. 13 can be used to place resistive pathways 354 closer to substrate end portion 357 near the outer sensor margin 372, such as those resistive pathways 354
35 corresponding to R8 and R9. Because these resistive pathways 354 are closer to the

WO 02/26033

PCT/US00/26373

outer margin 372, they are more likely to be encountered by pests before other of the resistive pathways 354. In contrast, resistive pathways 354 nearer to the middle of the rolled substrate 351 (axis A1), such as those corresponding to R1, R5 and R10, are most likely to be encountered last by the pests as they consume and displace sensor 350. Thus, as R_s changes with the progressive consumption and displacement of pests from the outer sensor margin 372 towards the middle, the corresponding input voltage V_i can be used to represent a number of different nonzero degrees of consumption or displacement of sensor 350.

Processor 326 can be used to evaluate one or more values corresponding to V_i digitized with A/D converter 324 to determine if a change in pest consumption or displacement has occurred. This analysis could include various statistical techniques to reduce the adverse impact of noise or other anomalies. Furthermore, the analysis could be used to determine the rate of consumption or displacement as well as any changes in that rate with respect to time. These results can be provided by processor 326 via communication circuit 328 based on certain predefined triggering thresholds, on a periodic basis, in response to an external query with data unit 390, or through a different arrangement as would occur to those skilled in the art.

It should be understood that like pest control devices 110 of system 20, several devices 310 can be used in a spaced apart relationship in a multiple device pest control system. Devices 310 can be arranged for placement inground, on-ground, or above-ground. Furthermore, devices 310 can be used with an interrogator to assist in locating them as described in connection with system 20. Also, it should be understood that a number of different resistive network arrangements could be utilized at the same time in device 310 to facilitate the detection of differing degrees of pest consumption or displacement. In another alternative embodiment, a multilayer configuration is provided by stacking together a number of separate layers and electrically interconnecting the layers as required to provide a desired sensing network. In yet another alternative, sensor 350 is utilized in an unrolled, single layer configuration rather than being arranged as shown in Fig. 13. Still other embodiments include a different resistive sensing network configurations as would occur to those skilled in the art.

Referring to Figs. 14-16, a further pest control system embodiment 400 utilizing a resistive network to determine different degrees of pest activity is illustrated; where like reference numerals refer to like features as previously described. System 400 includes data collection unit 390 as described in connection with system 300 and pest control device 410. Pest control device 410 includes circuitry 420 coupled to sensor

WO 02/26033

PCT/US00/26373

450. Circuitry 420 includes reference resistor R_R , voltage reference V_R , A/D converter 324, and communication circuit 328 as previously described. Circuitry 420 also includes processor 426 that can be physically the same arrangement as processor 326, but is configured to accommodate any processing differences between sensors 350 and 450 as further explained hereinafter.

Sensor 450 includes substrate 451 with surface 451a opposite surface 451b. Substrate 451 defines a number of regularly spaced passages 456 from surface 451a to surface 451b. Resistive network 453 is comprised of a number of sensing elements 453a in the form of electrically resistive members 455. Each resistive member 455 extends through a different passage 456. Resistive members 455 are electrically coupled in parallel to one another by electrically conductive layers 454a and 454b that are in contact with substrate surfaces 451a and 451b, respectively. For this configuration, substrate 451 is comprised of an electrically insulative material relative to resistive members 455 and conductive layers 454a and 454b.

Collectively, circuitry 420 and network 453 comprise monitoring circuit 460. Referring specifically to Fig. 14, the parallel resistive members 455 of network 453 are each schematically represented by one of resistors RP_1 , RP_2 , RP_3 , . . . RP_{N-2} , RP_{N-1} , and RP_N ; where "N" is the total number of resistive members 454. Accordingly, the equivalent resistance R_N of network 453 can be determined from the parallel resistance law: $R_N = (1/RP_1 + 1/RP_2 + \dots + 1/RP_N)^{-1}$. The equivalent resistance R_N of network 453 forms a voltage divider with reference resistor R_R relative to reference voltage V_R . The voltage across reference resistor R_R , V_i , is input to A/D converter 324.

Substrate 451, layers 454a and 454b, and/or members 455 are provided from a material that is consumed or displaced by pests of interest. Further, sensor 450 is arranged so that pest consumption or displacement results in opening the electrical connections of the resistive members 455 to network 453 through separation or displacement of one or more portions of sensor 450 relative to other portions of sensor 450 as explained in connection with Fig 13. Fig. 16 depicts region 470 where material has been separated or displaced from sensor 450, resulting in open electrical connections. In Fig. 16, the phantom outline 472 indicates the form factor of sensor 450 prior to pest activity. As more resistive members 455 are electrically opened, the equivalent resistance R_N of network 453 increases, causing a corresponding change in V_i that is monitored with circuitry 420 to determine different relative levels of pest consumption or displacement activity.

In one embodiment, resistive members 455 each generally have the same resistance, such that: $RP_1 = RP_2 = \dots = RP_N$ within expected tolerances. In other

WO 02/26033

PCT/US00/26373

embodiments, the resistive members 455 can have substantially different resistances relative to one another. Processor 426 is configured to analyze changes in consumption and displacement as indicated by variation in V_i and transmit corresponding data to data collection unit 390 as discussed in connection with system 300. Conductive layers 454a and 454b can be coupled to circuitry 420 using an elastomeric connector adapted to engage these surfaces or another arrangement as would occur to those skilled in the art.

Besides resistance, other electrical characteristics of a sensing element that change with pest consumption or displacement can be monitored to gather pest activity data. Referring to Figs. 17-19, pest control system 500 of another embodiment of the present invention is illustrated; where like reference numerals refer to like features previously described. Pest control system 500 includes data collection unit 390 and pest control device 510. Pest control device 510 is comprised of circuitry 520 and sensor 550.

Referring specifically to Fig. 17, circuitry 520 includes voltage reference V_R , A/D converter 324, and communication circuit 328 as previously described. Circuitry 520 also includes processor 526 coupled between A/D converter 324 and communication circuit 328. Processor 526 can be of the same physical type as processor 326 of system 300, but is configured to accommodate aspects of system 500 that differ from system 300. For example, processor 526 is operably coupled to a number of switches 530a, 530b, and 530c by signal control pathways 531a, 531b and 531c, respectively. Processor 526 is arranged to selectively open and close switches 530a-530c by sending corresponding signals along the respective pathways 531a-531c. Switches 530a-530c are each schematically illustrated as being of the single-pole, single-throw operational configuration. Switches 530a-530c can be of a semiconductor type, such as an Insulated Gate Field Effect Transistor (IGFET) arrangement, an electromechanical variety, a combination of these, or such other types as would occur to those skilled in the art.

Circuitry 520 also includes reference capacitor C_R that is coupled in parallel to switch 530c, and voltage amplifier (AMP.) 523. Voltage amplifier 523 amplifies input voltage V_Q and provides an amplified output voltage V_i to A/D converter 324 to be selectively digitized.

In Fig. 17, sensor 550 includes sensing element 553a that is schematically depicted in the form of a capacitor with electrode 554. Collectively, circuitry 520 and sensor 550 define monitoring circuit 569. Within monitoring circuit 569, voltage reference V_R , switches 530a-530c, reference capacitor C_R , and sensor 550 provide

WO 02/26033

PCT/US00/26373

sensing network 553. In sensing network 553, voltage reference V_R forms a branch that is electrically coupled to ground and one terminal of switch 530a. The other terminal of switch 530a is electrically coupled to electrode 554 and a terminal of switch 530b. The other terminal of switch 530b is coupled to the input of voltage amplifier 523, to reference capacitor C_R , and to a terminal of switch 530c by a common electrical node. Switch 530c is coupled in parallel to reference capacitor C_R , both of which also have a terminal that is grounded.

Referring also to Figs. 18-19, sensor 550 has end portion 555 opposite end portion 557, and is comprised of multiple layers 560 including dielectric 551 and electrode 554. Dielectric 551 defines surface 551a opposite surface 551b. Electrode 554 includes surface 554a in contact with surface 551a. As depicted, surfaces 551a and 554a are generally coextensive.

Sensor 550 is depicted in Fig. 17 as a capacitor in an "open electrode" configuration; where the electrical connection to ground is by way of dielectric 551, and possibly other substances such as an air gap between dielectric 551 and the ground. In other words, sensor 550 does not include a predefined pathway to ground – instead allowing for the possibility that the ground coupling will vary. This dielectric coupling is symbolized by a dashed line representation 556 for sensor 550 in Fig. 17.

Dielectric 551 and/or electrode 554 is comprised of one or more materials consumed or displaced by a pest of interest. As pests consume or displace these materials, one portion of dielectric 551 and/or electrode 554 is removed or separated relative to another. Fig. 19 illustrates region 570 that has been consumed or displaced by pests. Region 570 corresponds to the phantom overlay 580 shown in Fig. 18. This type of mechanical alteration of sensor 550 tends to change the ability of electrode 554 to hold charge Q and correspondingly changes capacitance C_S of sensor 550. For example, as the area of electrode surface 554a decreases, the relative charge-holding capacity or capacitance of electrode 554 decreases. In another example, as the dielectric dimensions are altered or the dielectric composition changes, capacitance typically varies. In a further example, a change in distance between electrode 554 and the ground as caused by separation or displacement of one or more portions of sensor 550 can impact the ability to hold charge.

Referring generally to Figs. 17-19, one mode of operating circuitry 520 is next described. For each measurement taken with this mode, a switching sequence is executed by processor 526 as follows: (1) switch 530a is closed while holding switch 530b open to place voltage reference V_R across sensor 550, causing a charge Q to build on electrode 554; (2) after this charging period, switch 530a is opened; (3) switch

WO 02/26033

PCT/US00/26373

530b is then closed to transfer at least a portion of charge Q to reference capacitor C_R as switch 530c is held open; and (4) after this transfer, switch 530b is reopened. The voltage V_Q corresponding to the charge Q transferred to reference capacitor C_R is amplified with amplifier 523 and presented as an input voltage V_i to A/D converter 324.

5 The digitized input to A/D converter 324 is provided to processor 526 and/or stored in memory (not shown). After the voltage is measured, reference capacitor C_R can be reset by closing and opening switch 530c with processor 526. The sequence is then complete. For a sensor capacitance C_S that is much smaller than the reference capacitance C_R ($C_S \ll C_R$), capacitance C_S can be modeled by the equation: $C_S = C_R \cdot (V_Q/V_R)$ for this arrangement.

10

Processor 526 can be arranged to repeat this switching sequence from time to time to monitor for changes in Q and correspondingly C_S . This data can be analyzed with processor 526 and reported through communication circuit 328 using the techniques described in connection with system 300. These repetitions can be periodic or nonperiodic; by demand through another device such as communication circuit 328; or through different means as would occur to those skilled in the art.

15

In an alternative embodiment, a burst mode of charge/capacitance monitoring can be used. For the burst mode, processor 526 is configured to repeat the sequence of: (1) closing switch 530a while switch 530b is held open to charge electrode 554 and isolate reference capacitor C_R , (2) opening switch 530a, and then (3) closing switch 530b to transfer charge to reference capacitor C_R . Switch 530c remains open throughout these repetitions for this mode. As a result, reference capacitor C_R is not reset as the repetitions are executed. Once a desired number of the repetitions are completed (a "burst"), A/D converter 324 digitizes input voltage V_i . By executing the repetitions rapidly enough, the amount of charge Q transferred from electrode 554 to reference capacitor C_R increases. This increased charge transfer provides a relative increase in gain. Accordingly, gain can be controlled by the number of repetitions executed per burst. Also, reference capacitor C_R operates as an integrator to provide a degree of signal averaging.

20

25

In other alternative embodiments, network 560 can be operated to continuously repeat the burst mode sequence with a resistor in place of switch 530c to facilitate concurrent monitoring. For this arrangement the resistor used for switch 530c and reference capacitor C_R define a single pole, low pass filter. This continuous mode has a "charge gain" (expressed in electric potential per unit capacitance) determined as a function of the replacing resistor, the reference voltage V_R , and the frequency at which the repetitions are performed. In still other alternatives, network 560 is modified to use

30

35

WO 02/26033

PCT/US00/26373

an operational amplifier (opamp) integrator or unipolar equivalent as described in Charge Transfer Sensing by Hal Phillip (dated 1997), which is hereby incorporated by reference. In still other embodiments, a different circuit arrangement to measure charge Q , voltage V_0 , C_s , or another value corresponding to C_s can be used as would occur to those skilled in the art.

Electrode 554 can be electrically connected to circuitry 520 with an elastomeric connector or a different type of connector as would occur to those skilled in the art. In an alternative embodiment, sensor 550 can be arranged to include a defined pathway to ground rather than an open electrode configuration, or a combination of both approaches. Still other embodiments include a stacked, wrapped, folded, bent, or rolled arrangement of alternating electrode layers and dielectric layers with one or more of the layers being of a material consumed or displaced by pests of interest. Alternatively or additionally, a sensor can include two or more separate electrodes or sensing capacitors arranged in a network in series, in parallel, or a combination of these.

In other embodiments, electrode 554 of sensor 550 can be applied to sense one or more properties besides pest consumption or displacement. In one example, sensor 550 is arranged to detect wear, abrasion, or erosion. For this arrangement, sensor 550 is formed from one or more materials disposed to wear away in response to a particular mechanical activity that correspondingly changes the charge holding capacity of electrode 554. For example, the area of surface 554a of electrode 554 could be reduced as one or more portions are removed due to this activity. Circuitry 520 can be used to monitor this change and report when it exceeds a threshold value indicative of a need to replace or service a device being monitored with the sensor, discontinue use of such device, or take another action as would occur to those skilled in the art.

In another example, sensor 550 is formed from one or more materials selected to separate or otherwise decrease charge holding capacity in response to a change in an environmental condition to which the one or more materials are exposed, a chemical reaction with the one or more materials, or through a different mechanism as would occur to those skilled in the art. For these nonpest embodiments, operation of processor 526 can correspondingly differ. Also, a hardwired connection, an indicator, and/or other device may be utilized as an addition or alternative to communication circuit 328.

Referring to systems 300, 400, and 500 generally, one or more conductive elements, resistive elements, or capacitive elements of sensors 350, 450, 550 can be

WO 02/26033

PCT/US00/26373

comprised of a carbon-containing ink as described in connection with pest control device 110. Indeed, different resistance values for various sensing elements, such as elements 353a and 453a, can be defined by using inks with different volume resistivities. Alternatively or additionally, different resistance values can be defined by varying dimensions of the material through which electricity is conducted and/or employing different interconnected components for these elements. Furthermore, substrates 351, 451, and/or 551 can be formed from a paper coated with a polymeric compound, such as polyethylene, to reduce dimensional changes due to moisture as described in connection with pest control device 110.

10 Fig. 20 illustrates a fifth type of pest control system 620 that includes pest control devices 310, 410, 510, and 610, where like reference numerals refer to like features previously described. System 620 includes building 622 that houses data collection unit 390. System 620 also includes a central data collection site 626 that is connected by communication pathway 624 to data collection unit 390. Communication pathway 624 can be a hardwired connection through a computer network such as the internet, a dedicated telephone interconnection, a wireless link, a combination of these, or such other variety as would occur to those skilled in the art.

15 For system 620, pest control devices 310 are depicted in-ground for use as discussed in connection with system 20. Pest control devices 410 and 510 of system 620 are located within building 622, and are shown at or above ground level. Pest control devices 310, 410, 510 are arranged to communicate with data collection unit 390 through wireless means, hardwired means, through another device like a hand-held interrogator 30, or a combination of these.

25 Pest control device 610 is comprised of circuitry 420 previously described and sensor 650. Sensor 650 includes network 453 comprised of sensing elements 453a. For sensor 650, network 453 is directly coupled to member 628 of building 622. Member 628 is comprised of one or more materials subject to destruction by one or species of pests. For example, member 628 can be formed of wood when termites are the targeted type of pest. As a result, pest activity relative to member 628 of building 622 is directly monitored with pest control device 610. Like pest control devices 310, 410, and 510, pest control device 610 communicates with data collection unit 390 through wireless means, hardwired means, through another device like a hand-held interrogator 30, or a combination of these.

30 Central data collection site 626 can be connected to a number of data collection units 390 arranged to monitor different buildings or areas each having one or more of pest control devices 110, 310, 410, 510, and/or 610.

WO 02/26033

PCT/US00/26373

Fig. 21 illustrates pest control device system 720 of still another embodiment of the present invention; where like reference numerals refer to like features previously described. System 720 includes interrogator 730 and pest control device 710. Pest control device 710 includes pest monitoring member 732 arranged to be consumed
5 and/or displaced by pests. In one example, member 732 is configured as a bait that includes pest-edible material 734, such as wood in the case of termites, and magnetic material 736 in the form of a coating on material 734. Magnetic material 736 may be a magnetic ink or paint applied to a wood core serving as material 734. In other
10 examples, material 734 may be formed from a substance other than a food source that is typically removed or displaced by the targeted pests -- such as a closed cell foam in the case of subterranean termites. In yet other examples, material 734 may be comprised of food and non-food components.

Device 710 further includes wireless communication circuit 780 electrically coupled to magnetic signature sensor 790. Sensor 790 comprises a series of
15 magnetoresistors 794 fixed in a predetermined orientation relative to member 732 to detect a change in resistance resulting from an alteration in the magnetic field produced by magnetic material 736. Accordingly, material 736 and magnetoresistors 794 are alternatively designated sensing elements 753a. Alterations in the monitored magnetic field can occur, for instance, as member 732 is consumed, displaced, or
20 otherwise removed from member 732 by pests. Sensor 790 provides a means to characterize a magnetic signature of member 732. In alternative embodiments, sensor 790 may be based on a single magnetoresistor, or an alternative type of magnetic field sensing device such as a Hall effect device or reluctance-based sensing unit.

The magnetic field information from sensor 790 may be transmitted as variable
25 data with communication circuit 780. Circuit 780 may further transmit a unique device identifier and/or discrete bait status information as described for communication circuit 160. Circuit 780, sensor 790, or both may be passive or active in nature.

Interrogator 730 includes communication circuit 735 operable to perform
30 wireless communication with circuit 780 of device 710. In one embodiment, circuits 780 and 790 are of a passive type with circuit 780 being in the form of an RF tag like circuitry 160. For this embodiment, communication circuit 735 is configured comparable to circuits 32 and 34 of interrogator 30 to perform wireless
35 communications with device 710. In other embodiments, device 710 may be adapted to alternatively or additionally include an active wireless communication circuit and/or hardwired communication interface. For these alternatives, interrogator 730 is

WO 02/26033

PCT/US00/26373

correspondingly adapted, a data collection unit may be used in lieu of interrogator 730, or a combination of both approaches may be utilized.

Interrogator 730 includes controller 731, I/O port 737, and memory 738 that are the same as controller 36, I/O port 37, and memory 38 of interrogator 30, except they
5 are configured to receive, manipulate and store magnetic signature information in addition or as an alternative to discrete bait status and identification information. It should be appreciated that like the resistance characteristics of devices 310, 410, and 610 or the capacitance characteristics of device 510; magnetic signature information may be evaluated to characterize pest consumption behavior. This behavior may be
10 used to establish predictions concerning bait replenishment needs and pest feeding patterns.

Fig. 22 depicts system 820 of still another embodiment of the present invention. System 820 includes pest control device 810 and data collector 830. Device 810 includes monitoring member 832 arranged to be consumed and/or displaced by the
15 pests of interest. Member 832 includes matrix 834 with a magnetic material 836 dispersed throughout. Material 836 is schematically represented as a number of particles in matrix 834. Matrix 834 may have a food composition, non-food composition, or a combination of these.

Device 810 also includes communication circuit 880 and sensor circuit 890
20 electrically coupled thereto. Circuit 890 includes a series of magnetoresistors 894 fixed in relation to member 832 to detect change in a magnetic field produced by material 836 as it is consumed, displaced, or otherwise removed from member 832.

Circuit 890 further includes a number of environmental (ENV.) sensors 894a,
25 894b, 894c configured to detect temperature, humidity, and barometric pressure, respectively. Material 836 and sensor 894, 894a, 894b, and 894c are alternatively designated sensing elements 853a. Sensors 894, 894a, 894b, 894c are coupled to substrate 838, and may provide a signal in either a digital or analog format compatible with associated equipment. Correspondingly, circuit 890 is configured to condition and
30 format signals from sensors 894a, 894b, 894c. Also, circuit 890 conditions and formats signals corresponding to the magnetic signature detected with magnetoresistors 894. The sensed information provided by circuit 890 is transmitted by communication circuit 880 to data collector 830. Communication circuit 880 may include discrete bait status information, a device identifier, or both as described in
35 connection with devices 110. Circuit 880 and circuit 890 may each be passive, active, or a combination of both with data collector 830 being correspondingly adapted to communicate in accordance with the selected approach.

WO 02/26033

PCT/US00/26373

For a passive embodiment of circuit 880 based on RF tag technology, data collector 830 is configured the same as interrogator 30 with the exception that its controller is arranged to manipulate and store the different forms of sensed information provided by circuit 890. In another embodiment, data collector 830 may be in the form of a standard active transmitter/receiver to communicate with an active transmitter/receiver form of circuit 880. In still other embodiments, data collector 830 and device 810 are coupled by a hardwired interface to facilitate data exchange.

Referring generally to systems 300, 400, 500, 620, 720, and 820; in other embodiments pest control devices 310, 410, 510, 610, 710, or 810 can include one or more bait members 132 as described in connection with system 20. Furthermore, any of pest control devices 310, 410, 510, 610, 710, and 810 can be configured for in-ground placement, on-ground placement, or above-ground placement. According to another embodiment, a pest control device is adapted to combine the sensing techniques of two or more of pest control devices 310, 410, 510, 610, 710, or 810.

Alternatively or additionally, pest control devices 310, 410, 510, 610, 710, or 810 can be arranged to be completely or partially replaced by a pesticide delivery device. This replacement can include removing a wireless communication module circuit from a pest monitoring arrangement for incorporation into a pesticide delivery arrangement as described in connection with system 20. In one arrangement, any of pest control devices 310, 410, 510, 610, 710, or 810 can be configured to simultaneously monitor pest activity and deliver pesticides. Alternatively or additionally, these pest control devices are configured to deliver pesticide once a given degree of pest consumption or displacement is detected. For this arrangement, delivery can be triggered automatically by the respective processor in accordance with processor evaluation of monitoring data and/or by an external command received via a communication circuit.

The flowchart of Fig. 23 depicts procedure 920 of yet another embodiment of the present invention. In stage 922 of process 920, data is collected from one or more devices 110, 310, 410, 510, 610, 710, and/or 810. In stage 924, gathered data is analyzed relative to environmental conditions and/or location. Next, pest behavior is predicted from this analysis in stage 926. In accordance with the predictions of stage 926, action is taken in stage 928 that may include installation of one or more additional devices.

Next, loop 930 is entered with stage 932. In stage 932, data collection from devices continues and pest behavior predictions are refined in stage 934. Control then flows to conditional 936 that tests whether to continue procedure 920. If procedure

WO 02/26033

PCT/US00/26373

920 is to continue, loop 930 returns to stage 932. If procedure 920 is to terminate in accordance with the test of conditional 936, it then halts.

Examples of other actions that may be additionally or alternatively performed in association with stage 928 include the application of pest behavior patterns to better
5 determine the direction pests may be spreading in a given region. Accordingly, warnings based on this prediction may be provided. Also, advertising and marketing of pest control systems can target sites that, based on procedure 920, are more likely to benefit. Further, this information may be evaluated to determine if the demand for pest
10 control servicing in accordance with one or more embodiments of the present invention seasonally fluctuates. Allocation of pest control resources, such as equipment or personnel, may be adjusted accordingly. Further, the placement efficiency of pest control devices may be enhanced.

In other alternative embodiments, devices 110, 310, 410, 510, 610, 710, and 810, and corresponding interrogators, data collection units and data collectors may be
15 used in various other system combinations as would occur to one skilled in the art. While Interrogator 30 is shown in a hand-held form, in other embodiments, an interrogator can be in a different form, carried by a vehicle, or installed in a generally permanent location. Indeed, a data collection unit can be utilized to directly
20 interrogate/receive information from a pest control device. Also, while bait for devices 110, 310, 410, 510, 610, 710, and 810 may be provided in an edible form suitable for termites, a bait variety selected to control a different type of pest, insect or non-insect, may be selected and the device housing and other characteristics adjusted to suit
25 monitoring and extermination of the different type of pest. Moreover, bait for devices 110, 310, 410, 510, 610, 710, and 810 may be of a material selected to attract the targeted species of pest that is not substantially consumed by the pest. In one
30 alternative, one or more pest control devices include non-food material that is displaced or altered by targeted pests. By way of nonlimiting example, this type of material may be used to form a non-consumable sensing member substrate with or without consumable bait members. In a further alternative, one or more pest control
35 devices according to the present invention lack a housing, such as housing 170 (and correspondingly cap 180). Instead, for this embodiment the housing contents may be placed directly in the ground, on a member of a building to be monitored, or arranged in a different configuration as would occur to those skilled in the art. Also, any of the pest control devices of the present invention may be alternatively arranged so that bait consumption or displacement of a sensing member causes movement of a conductor to close an electrical pathway instead of causing an open circuit.

WO 02/26033

PCT/US00/26373

Pest control devices based on wireless communication techniques may alternatively or additionally include hardwired communication connections to interrogators, data collection units, data collectors, or such other devices as would occur to those skilled in the art. Hardwired communication may be used as an
5 alternative to wireless communication for diagnostic purposes, when wireless communication is hampered by local conditions, or when a hardwired connection is otherwise desired. Moreover processes 220 and procedure 920 may be performed with various stages, operations, and conditionals being resequenced, altered, rearranged, substituted, deleted, duplicated, combined, or added to other processes
10 as would occur to those skilled in the art without departing from the spirit of the present invention.

Another embodiment of the present invention includes a sensor arranged to be at least partially consumed or displaced by one or more pests and a circuit responsive to consumption or displacement of the sensor to provide a first signal representing a
15 first nonzero degree of the consumption or displacement and a second signal representing a second nonzero degree of the consumption or displacement. In one form, this consumption or displacement of the sensor is detected by the circuit in response to an electrical and/or magnetic characteristic that correspondingly changes. In another form, consumption or displacement is detected by the circuit with other than
20 a pest sensing or monitoring member including a magnetic material to provide a magnetic field that changes in response to removal of the magnetic material from the member by the one or more pests. This form could be based on detection of corresponding changes in an electrical characteristic of the sensor as it is consumed or displaced.

In a further embodiment of the present invention, a pest control device includes a circuit comprising a number of electrically coupled sensing elements arranged to be consumed or displaced by one or more pests. The sensing elements each correspond to a different one of a number of electrically resistive pathways. The circuit is
25 responsive to alteration of one or more of the sensing elements to provide information representative of a degree of pest consumption or displacement.
30

In yet a further embodiment of the present invention, a sensing device includes a member operable to be consumed or displaced by one or more pests in a circuit including an electrode disposed relative to the member. Electrical capacitance of the electrode is altered during consumption or displacement of the member and the circuit
35 is responsive to this alteration to provide an output representative of a degree of pest consumption or displacement of the member.

WO 02/26033

PCT/US00/26373

Yet another embodiment includes: operating a pest control device including a circuit with a sensor arranged to be at least partially consumed or displaced by one or more pests; establishing a first nonzero degree of consumption or displacement with the circuit in response to separation of a first portion of the sensor; and determining a
5 second nonzero degree of consumption or displacement with the circuit in response to separation of a second portion of the sensor after separation of the first portion.

A further embodiment of the present invention includes a pest control device that has a pest-edible bait member with a magnetic material component. This component provides a magnetic field. The field changes in response to consumption
10 of the pest-edible bait member. The device further includes a monitoring circuit operable to generate a monitoring signal corresponding to the magnetic field as it changes.

In yet a further embodiment, a pest control device includes a pest bait packaged with an environmental sensor and a circuit operable to communicate
15 information corresponding to an environmental characteristic detected with the sensor and status of the bait.

A further embodiment includes a member operable to be consumed or displaced by one or more pests and a circuit including an element carried with the member. The circuit applies an electric potential to the element and the element is
20 operably changed by a degree of consumption or displacement of the member. The element is comprised of an electrically conductive, nonmetallic material.

In another embodiment, a pest control device includes a member to be consumed or displaced by one or more pests and a circuit including an element carried with the member. The circuit defines an electrical pathway through the element and
25 the element is changed by a degree of consumption or displacement of the member. The element is composed of a material having a volume resistivity of at least 0.001 ohm-cm.

A system of another embodiment includes a number of pest control devices. These devices each include a circuit with at least one element comprised of a material
30 defining an electrical current carrying pathway through the respective element. This material includes carbon.

Still another embodiment of the present invention includes: installing a pest control device including a wireless communication circuit electrically connected to a sensor; detecting the presence of one or more pests with the pest control device; and
35 reconfiguring the pest control device in response to this detection. This reconfiguration includes introducing a pesticide bait member into the pest control device with the

WO 02/26033

PCT/US00/26373

wireless communication circuit and adjusting position of the wireless communication circuit.

In yet another embodiment, a pest control system includes a housing, a monitoring bait member, a sensor, a wireless communication circuit, and a pesticide bait member. The monitoring bait member, the sensor, and the wireless communication can be arranged in a first assembly to be positioned in the housing to detect one or more pests. Alternatively, the pesticide bait member and the wireless communication circuit can be arranged in a second assembly different from the first assembly, where the second assembly is positioned in the housing in place of the first assembly after detection of pests with the first assembly.

In a further embodiment, a device includes a housing, an electrical circuit associated with the housing, and a sensing member. The sensing member engages the housing and includes an electrical conductor comprised of a carbon-containing ink. A connection member can also be included to couple the sensing member to the circuit. This connection member can be comprised of an electrically conductive elastomeric material. Alternatively, the monitoring bait member and/or the pesticide bait member may be part of the same assembly.

In another embodiment, a pest control device includes circuitry coupled to one or more sensing elements with one or more elastomeric connection members. The one or more elastomeric connection members can be comprised of a carbon-containing synthetic compound, such as silicon rubber.

All publications, patents, and patent applications cited in this specification are herein incorporated by reference as if each individual publication, patent, or patent application were specifically and individually indicated to be incorporated by reference and set forth in its entirety herein unless otherwise expressly indicated. Further, any theory, proposed mechanism of operation, or finding stated herein is meant to further enhance understanding of the present invention, and is not intended to in any way limit the present invention to such theory, proposed mechanism of operation, or finding. While the invention has been illustrated and described in detail in the drawings and foregoing description, the same is to be considered as illustrative and not restrictive in character, it being understood that only the selected embodiments have been shown and described and that all changes, equivalents, and modifications that come within the spirit of the invention defined by following claims are desired to be protected.

WO 02/26033

PCT/US00/26373

What is claimed is:

1. A pest control device, comprising:
a member operable to be consumed or displaced by one or more pests; and
5 a circuit including an element carried with the member, the circuit applying an electric potential to the element, the element being operably changed by a degree of consumption or displacement of the member, the element being comprised of an electrically conductive, nonmetallic material.
2. The device of claim 1, wherein the nonmetallic material includes
10 carbon.
3. The device of claim 2, wherein the carbon defines an electric current carrying pathway through the element.
4. The device of claim 1, wherein the circuit is operable to provide a first output representative of a first nonzero amount of the consumption or displacement of
15 the member and a second output representative of a second nonzero amount of the consumption or displacement of the member by monitoring an electrical characteristic of the element.
5. The device of claim 1, wherein the circuit is operable to detect an open condition of an electrical current pathway through the element.
- 20 6. The device of claim 1, wherein the circuit includes data transmission circuitry.
7. The device of claim 1, wherein the element is made of carbon-containing ink arranged as a trace on the member.
8. The device of claim 7, further comprising:
25 one or more bait pieces;
an enclosure containing one or more other elements of the circuit electrically coupled to the element by a connector, the connector being carried with the enclosure and being comprised of an electrically conductive, carbon-containing elastomeric material; and
30 a housing configured to receive the bait pieces and the enclosure, the second housing being arranged with openings sized to receive termites as the one or more pests.
9. A pest control device, comprising:
a member operable to be consumed or displaced by one or more pests; and
35 a circuit including an element carried with the member, the circuit defining an electrical pathway through the element, the element being operably changed by a

WO 02/26033

PCT/US00/26373

degree of consumption or displacement of the member, the element being composed of a material having a volume resistivity of at least 0.001 ohm-cm.

10. The device of claim 9, wherein the element is provided in the form of a carbon-containing ink fixed to the member.
- 5 11. The device of claim 9, wherein the circuit is operable to provide a first output representative of a first nonzero amount of the consumption or displacement of the member and a second output representative of a second nonzero amount of the consumption or displacement of the member by monitoring an electrical characteristic of the element.
- 10 12. The device of claim 9, wherein the circuit is operable to detect an open circuit condition of the electrical pathway through the element.
13. The device of claim 9, wherein the volume resistivity is at least 0.1 ohm-cm.
- 15 14. The device of claim 9, wherein the volume resistivity is at least 10 ohm-cm.
15. A system comprising: a number of pest control devices, the pest control devices each including a circuit with at least one element comprised of a material defining an electrical current carrying pathway through the element, the material including carbon.
- 20 16. The system of claim 15, wherein the circuit of each of the pest control devices includes communication circuitry.
17. The system of claim 16, further comprising a data collection device operable to receive data from the data communication circuitry of each of the pest control devices.
- 25 18. A pest control device, comprising:
a sensor including a first portion subject to separation or displacement relative to a second portion by one or more pests; and
a circuit coupled to the sensor to monitor a property of the sensor being changed by the separation or displacement of the first portion relative to the second portion, the circuit being operable to detect a number of different nonzero levels of pest activity.
- 30 19. The device of claim 18, wherein the sensor includes a network of spaced apart, electrically resistive pathways, the network includes the first portion and the second portion, and the property corresponds to electrical resistance of the network.
- 35

WO 02/26033

PCT/US00/26373

20. The device of claim 18, wherein the sensor includes an electrode, the electrode includes the first portion and the second portion, and the property corresponds to electrical capacitance of the electrode.
21. The device of claim 18, wherein the sensor includes one or more
5 sensing elements carried on a substrate.
22. The device of claim 21, wherein the one or more sensing elements are formed from a carbon-containing conductive ink fixed to the substrate.
23. The device of claim 18, wherein the circuit includes one or more bait members associated with the sensor, the bait members configured to be consumed by
10 the one or more pests.
24. The device of claim 18, wherein the circuit is operable to provide a number of output signals each corresponding to one of the different levels of pest activity.
25. The device of claim 18, 19, 20, 21, 22, 23, or 24, wherein the separation
15 or displacement is detected by the circuit with other than a pest sensing or monitoring member including a magnetic material to provide a magnetic field that changes in response to removal of the magnetic material from the member by the one or more pests.
26. The device of claim 18, wherein the sensor includes magnetic material
20 to generate a magnetic field that varies with the separation or displacement and the circuit includes a magnetic field monitoring subcircuit.
27. A pest control device, comprising:
a bait member operable to be consumed or displaced one or more pests; and
a circuit including one or more sensing elements associated with the bait
25 member, a characteristic of the one or more sensing elements being altered with pest consumption or displacement of the bait member, the circuit being operable to monitor the characteristic to detect a number of different nonzero degrees of the pest consumption or displacement.
28. The device of claim 27, wherein the one or more sensing elements
30 include an electrode and the circuit is operable to detect a change corresponding to an electrical capacitance associated with the electrode.
29. The device of claim 27, wherein the one or more sensing elements
number two or more and the sensing elements each correspond to one of a number of
spaced apart electrically conductive pathways, the electrically conductive pathways
35 each having a predetermined electrical resistance.

WO 02/26033

PCT/US00/26373

30. The device of claim 27, wherein the member includes a substrate, the one or more sensing elements being formed from a carbon-containing material fixed to the substrate.
31. The device of claim 27, 28, 29, or 30, wherein the circuit applies an electric potential to the one or more sensing elements.
32. The device of claim 27, wherein the one or more sensing elements include a magnetic material operable to generate a magnetic field that changes in accordance with the consumption or displacement.
33. A pest control device, comprising: a circuit including a number of electrically coupled sensing elements spaced apart from one another and arranged to be consumed or displaced by one or more pests, the sensing elements each corresponding to a different one of a number of electrically resistive pathways, the circuit being responsive to alteration of one or more of the sensing elements to provide information representative of a degree of pest consumption or displacement.
34. The device of claim 33, wherein a first one of the sensing elements has a first predetermined resistance and a second one of the sensing elements has a second predetermined resistance different than the first predetermined resistance.
35. The device of claim 34, wherein the first one of the sensing elements and the second one of the sensing elements are electrically connected in parallel.
36. The device of claim 33, wherein the sensing elements are arranged to correspond to a resistor ladder network.
37. The device of claim 33, wherein the member includes a substrate and the sensing elements are carried with the substrate.
38. The device of claim 37, wherein the sensing elements are made from a carbon-containing ink fixed to the substrate.
39. The device of claim 37, wherein the substrate is arranged in a number of layers.
40. The device of claim 39, wherein at least a portion of the substrate is arranged in at least one of a rolled, folded, or bent configuration to provide the layers.
41. The device of claim 37, wherein one or more of the sensing elements extend through the substrate that are electrically coupled by one or more conductive pathways extending along an outer surface of the substrate.
42. The device of claim 33, wherein the circuit includes an A/D converter, a processor, and data communication circuitry to communicate the information.
43. A pest control device, comprising: a circuit including an electrode operable to be consumed or displaced by one or more pests, capacitance of the

WO 02/26033

PCT/US00/26373

- electrode changing in response to pest consumption or displacement, the circuit being operable to monitor a property corresponding to the capacitance of the electrode to provide an output representative of a degree of the pest consumption or displacement.
44. The device of claim 43, wherein the electrode is made from a
5 conductive ink fixed to a member.
45. The device of claim 44, wherein the conductive ink includes carbon.
46. The device of claim 44, wherein the member is in the form of a dielectric
substrate.
47. The device of claim 43, wherein the circuit includes a reference
10 capacitor, an A/D converter, a processor, and a wireless communication transmitter to communicate the information.
48. A system, comprising a plurality of pest control devices according to
any of claims 1-14 or 18-47.
49. The system of claim 48, further comprising a data collection device to
15 communicate with the circuit.
50. The system of claim 49, further comprising a computer operable to
evaluate the information to identify a pattern of pest activity.
51. A system, comprising a first pest control device according to one of
claims 1-14 or 18-47 and a second pest control device according to another of claims
20 1-14 or 18-47.
52. A method, comprising:
operating a pest control device including a circuit with a sensor arranged to be
at least partially consumed or displaced by one or more pests;
establishing a first nonzero degree of sensor consumption or displacement with
25 the circuit in response to separation of a first portion of the sensor; and
determining a second nonzero degree of sensor consumption or displacement
with the circuit in response to separation of a second portion of the sensor after the
separation of the first portion.
53. The method of claim 52, further comprising detecting separation of a
30 third portion of the sensor with the circuit after the separation of the second portion to
provide a third output representative of a third nonzero degree of consumption or
displacement of the sensor by the one or more pests.
54. The method of claim 52, wherein said determining is performed by
detecting a change in capacitance of the sensor.
- 35 55. The method of claim 52, wherein said determining is performed by
detecting a change in electrical resistance of the sensor.

WO 02/26033

PCT/US00/26373

56. The method of claim 52, further comprising transmitting information corresponding to the sensor consumption or displacement with the circuit to a data collection unit.
57. The method of claim 56, further comprising determining a pattern of pest activity with the information.
58. The method of claim 52, further comprising applying a pesticide in response to said determining.
59. The method of claim 52, 53, 54, 55, 56, 57, or 58, wherein said establishing and said determining are performed by other than a pest monitoring or sensing member that includes a magnetic material to generate a magnetic field corresponding to the consumption or displacement of the sensor by the one or more pests.
60. The method of claim 52, wherein said determining is performed by detecting a change in a magnetic field generated by the sensor.

15

WO 02/26033

PCT/US00/26373

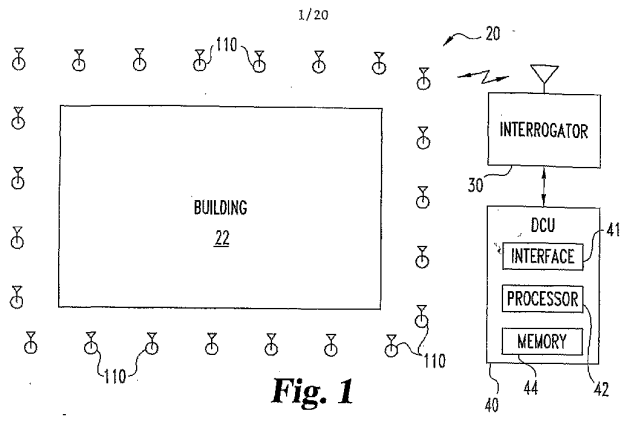


Fig. 1

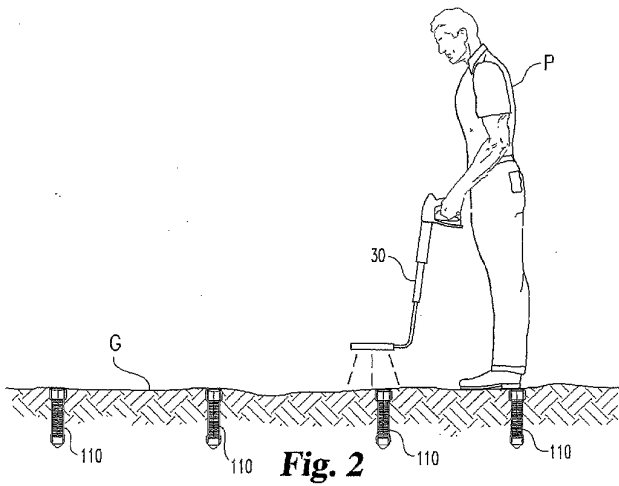


Fig. 2

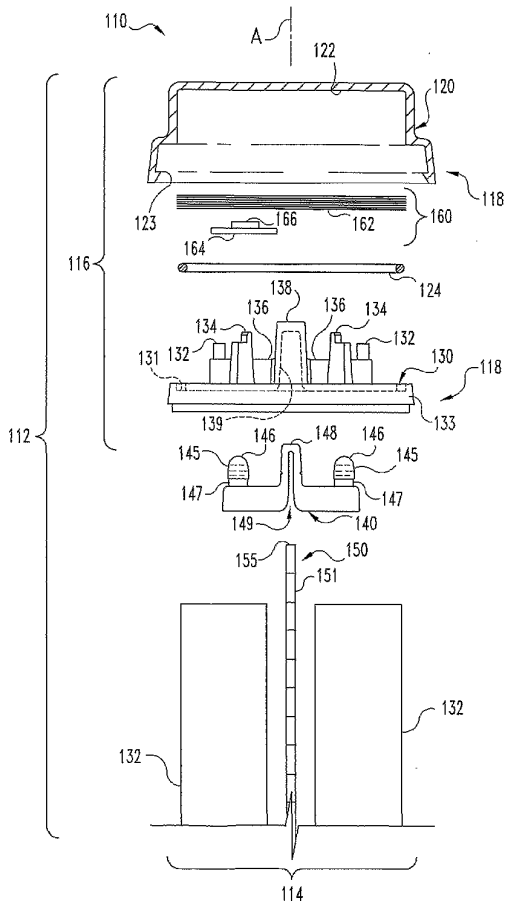


Fig. 3

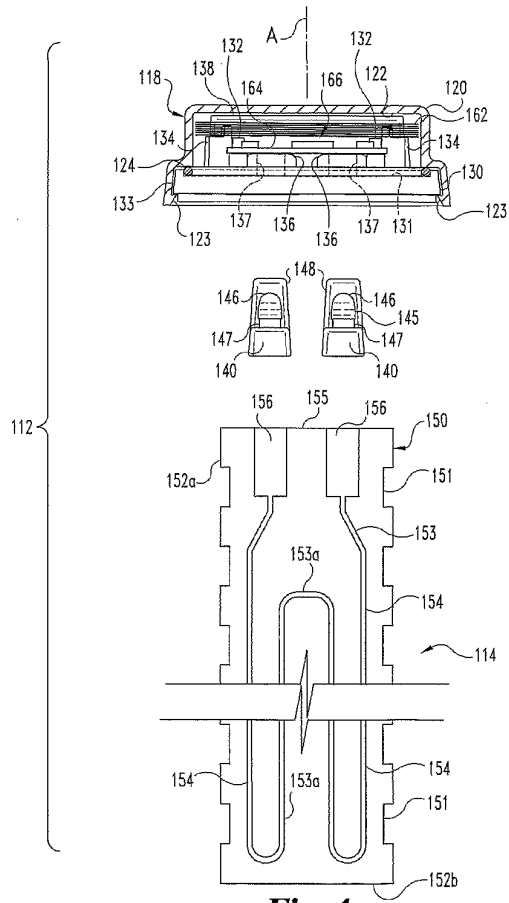


Fig. 4

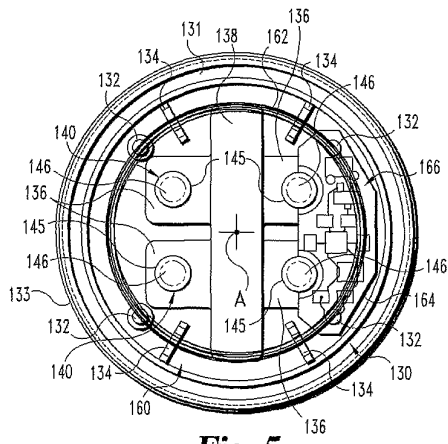


Fig. 5

WO 02/26033

PCT/US00/26373

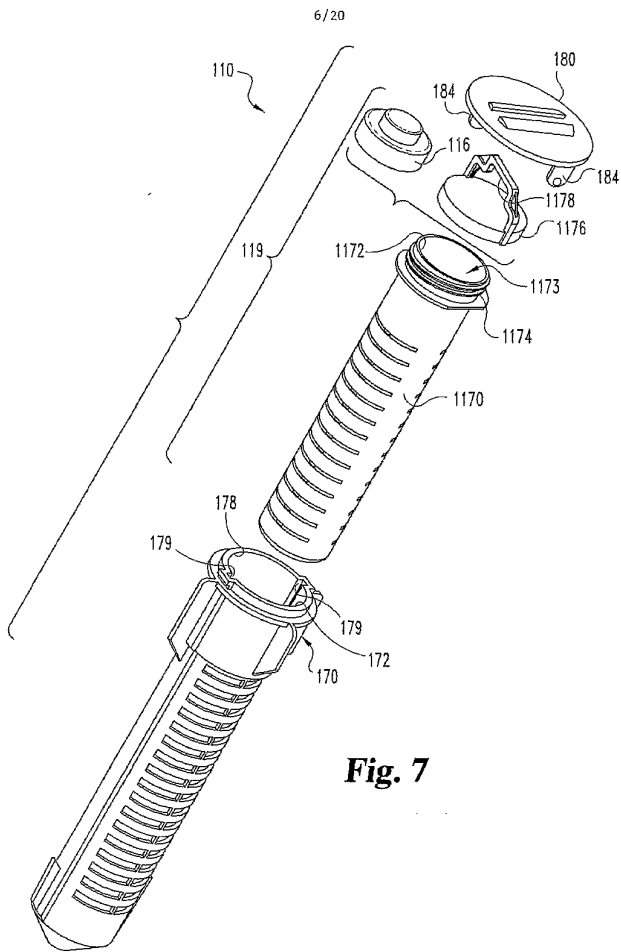


Fig. 7

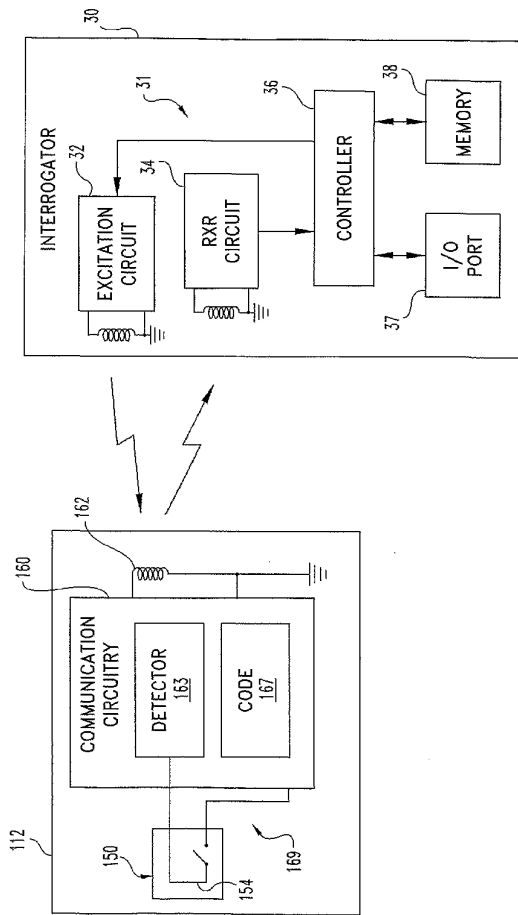


Fig. 8

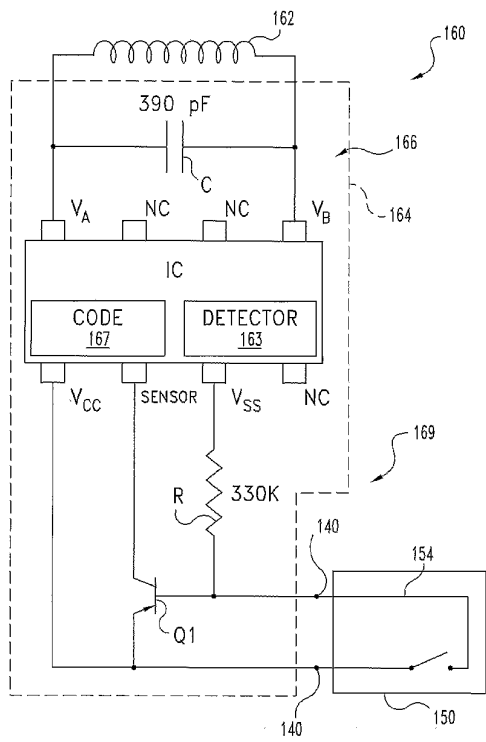


Fig. 9

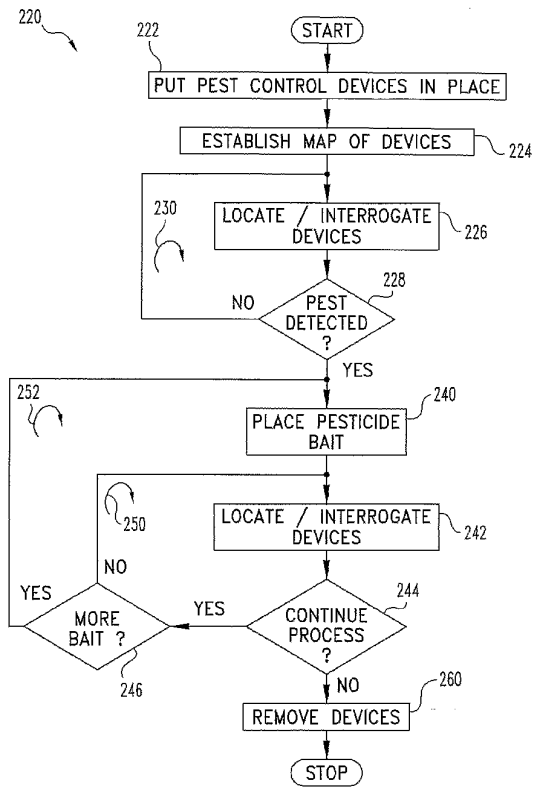


Fig. 10

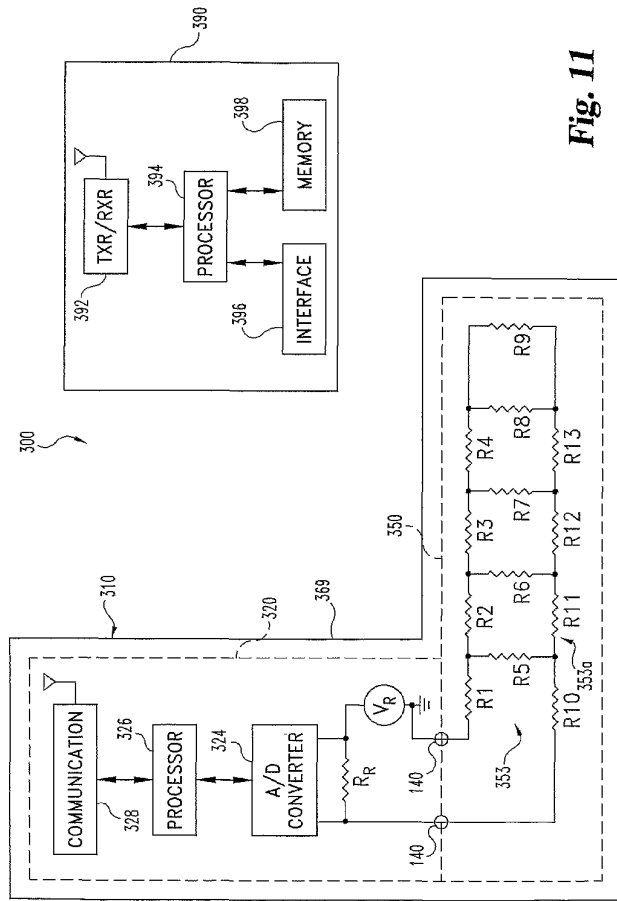
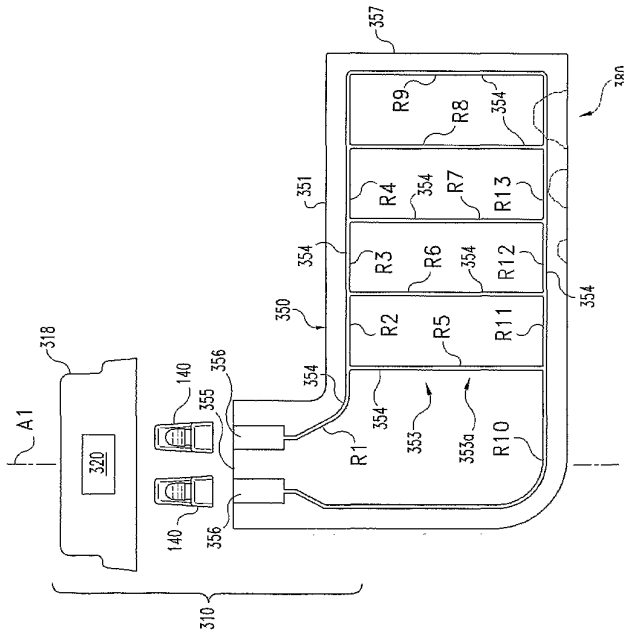


Fig. 11

Fig. 12



WO 02/26033

PCT/US00/26373

12/20

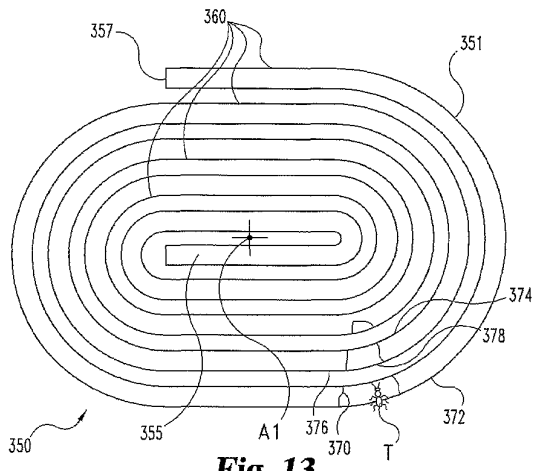


Fig. 13

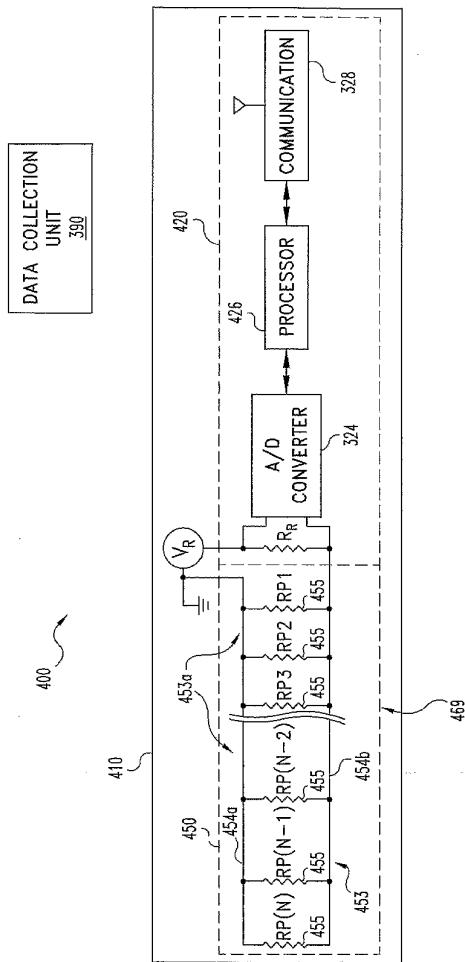
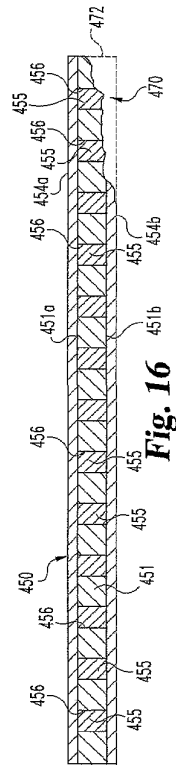
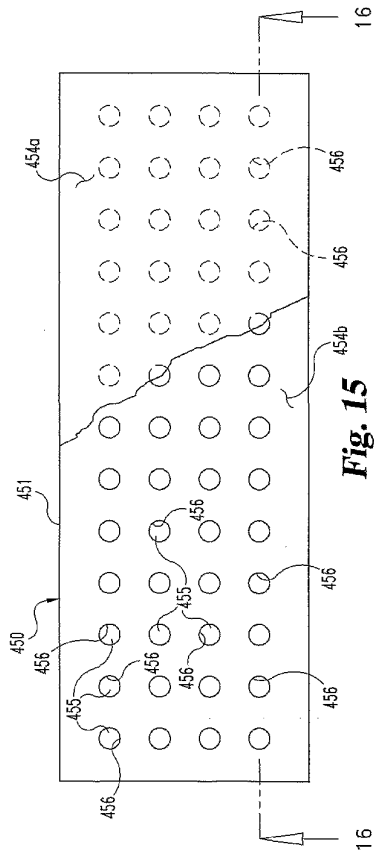


Fig. 14



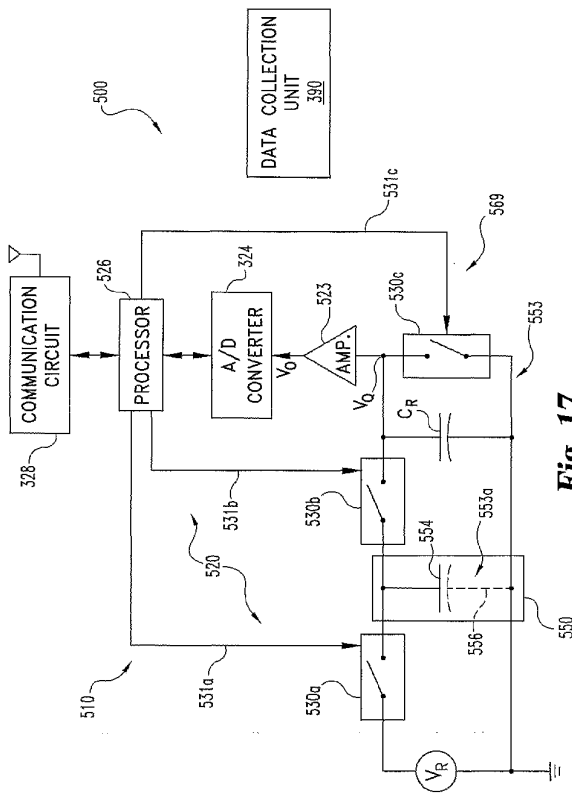
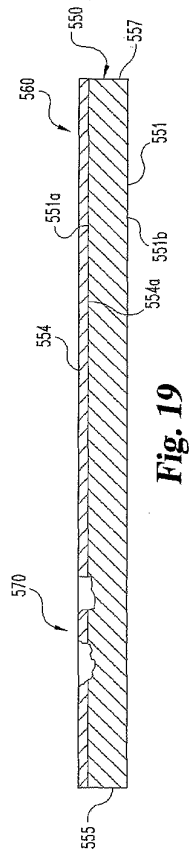
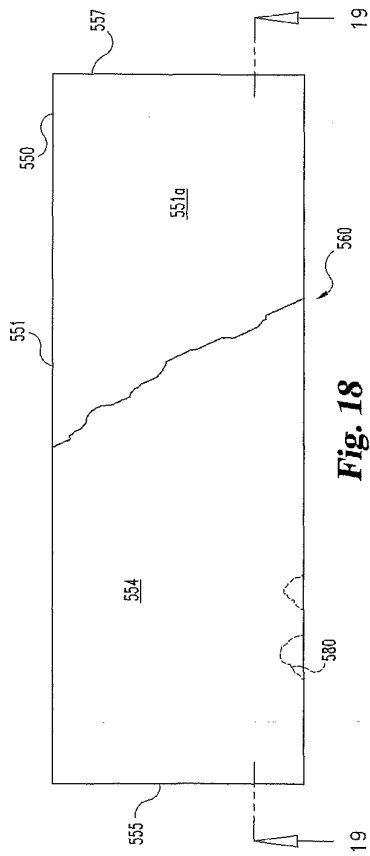


Fig. 17



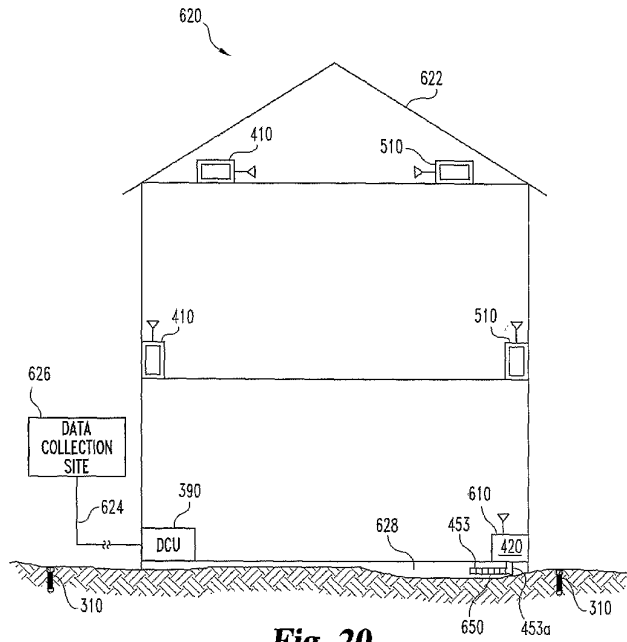


Fig. 20

WO 02/26033

PCT/US00/26373

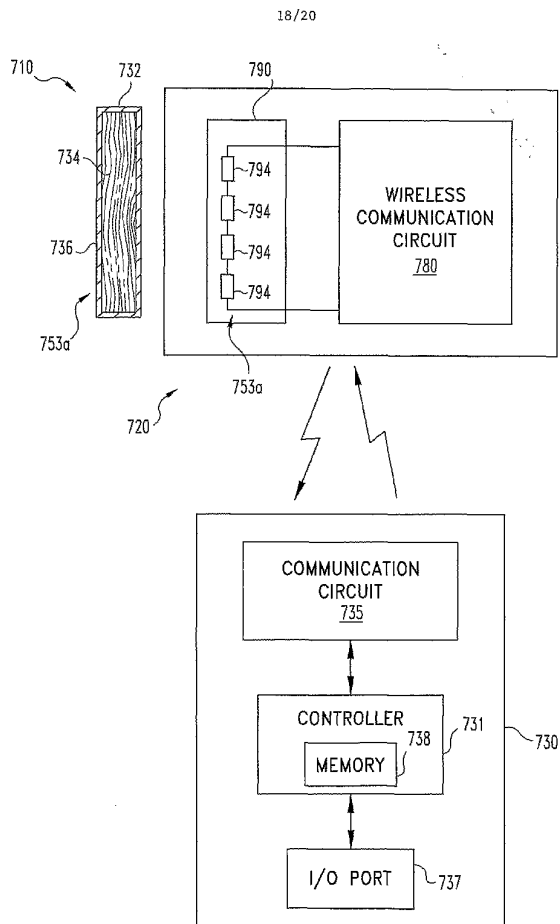


Fig. 21

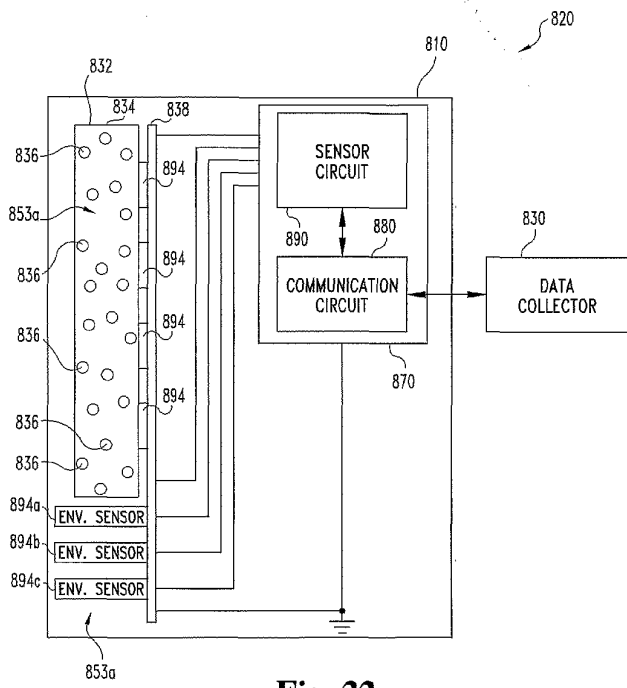


Fig. 22

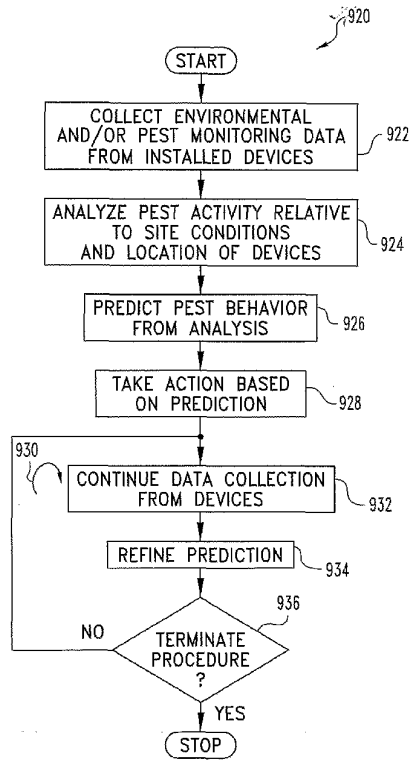


Fig. 23

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Intern: Application No PCT/US 00/26373
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 A01M31/00		
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) IPC 7 G08B A01M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 6 100 805 A (LAKE RICKIE C) 8 August 2000 (2000-08-08) column 2, line 18 -column 3, line 24 column 4, line 44 -column 5, line 46 column 6, line 61 -column 7, line 25 figures 5-12	1-3, 5-10, 12-17,52 18,27, 33,43,44
Y	US 5 815 090 A (SU NAN-YAO) 29 September 1998 (1998-09-29) column 3, line 8 - line 28 column 3, line 56 -column 4, line 43 column 5, line 34 -column 6, line 7 figures 1-8	1-3,5-7, 9,10,12, 13,15-17
	-/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
* Special categories of cited documents:		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		** 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
E earlier document but published on or after the international filing date		*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
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)		*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.
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		*Z* document member of the same patent family
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 15 May 2001		Date of mailing of the international search report 01/06/2001
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5616 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3015		Authorized officer Amaro, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Intern: Application No PCT/US 00/26373
C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DATABASE COMPENDEX 'Online! ENGINEERING INFORMATION, INC., NEW YORK, NY, US; JURGENS JENNIFER ET AL: "Development and evaluation of an inexpensive sensor system for use in measuring relative finger positions" Database accession no. EIX97273645043 XP002167430 abstract & MED ENG PHYS;MEDICAL ENGINEERING & PHYSICS JAN 1997 ELSEVIER SCIENCE LTD, OXFORD, ENGL, vol. 19, no. 1, January 1997 (1997-01), pages 1-6, ---	1-3,5-7
Y	DATABASE COMPENDEX 'Online! ENGINEERING INFORMATION, INC., NEW YORK, NY, US; MIYAUCHI SHIN'NOSUKE ET AL: "ELECTRICAL PROPERTIES OF CARBON BLACK-GRAFT POLYMERS CROSSLINKED WITH PEROXIDE-DIVINYLMONOMER SYSTEM" Database accession no. EIX77050002196 XP002167431 abstract & J SOC MATER SCI JPN OCT 1976, vol. 25, no. 277, October 1976 (1976-10), pages 1005-1009, ---	9,10,12, 13,15-17
A	US 5 592 774 A (GALYON STANLEY D) 14 January 1997 (1997-01-14) column 3, line 66 -column 4, line 3 column 4, line 16 - line 39 column 5, line 4 - line 9 figure 2 ---	4,11,18, 27,33,43
A	DATABASE COMPENDEX 'Online! ENGINEERING INFORMATION, INC., NEW YORK, NY, US; ROSENBAUM RL: "SURVEY OF SOME SECONDARY THERMOMETERS FOR POSSIBLE APPLICATIONS AT VERY LOW TEMPERATURES" Database accession no. EIX70080082239 XP002167432 abstract & REV SCI INSTRUM JAN 1970, vol. 41, no. 1, January 1970 (1970-01), pages 37-40, ---	1,2,9,10
A	EP 0 283 142 A (RENTOKIL LTD) 21 September 1988 (1988-09-21) column 6, line 40 - line 45 ---	19,20, 43,44
	-/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No
PCT/US 00/26373

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 571 967 A (TANAKA KUNIO ET AL) 5 November 1996 (1996-11-05) abstract -----	25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT Information on patent family members				Intern Application No PCT/US 00/26373	
Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 6100805	A	08-08-2000	NONE		
US 5815090	A	29-09-1998	AU 728820 B	18-01-2001	
			AU 4754897 A	22-05-1998	
			CN 1237879 A	08-12-1999	
			EP 0935410 A	18-08-1999	
			JP 2001502914 T	06-03-2001	
			WO 9818319 A	07-05-1998	
			US 6052066 A	18-04-2000	
US 5592774	A	14-01-1997	NONE		
EP 0283142	A	21-09-1988	AU 1231588 A	01-09-1988	
			DE 3889951 D	14-07-1994	
			DE 3889951 T	22-09-1994	
			DK 95888 A	26-08-1988	
			GB 2201275 A	24-08-1988	
			US 4862145 A	29-08-1989	
US 5571967	A	05-11-1996	JP 2846794 B	13-01-1999	
			JP 7023684 A	27-01-1995	
			JP 3012443 B	21-02-2000	
			JP 7115887 A	09-05-1995	
			JP 3115762 B	11-12-2000	
			JP 7255344 A	09-10-1995	
			JP 2878591 B	05-04-1999	
			JP 7274792 A	24-10-1995	
			AU 675844 B	20-02-1997	
			AU 6608294 A	02-02-1995	
			CN 1111088 A	08-11-1995	
			KR 9611869 B	04-09-1996	

フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100084283

弁理士 秋元 芳雄

(72)発明者 バーバー, ダニエル・ティー

アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 3 6 1 4, コアースゴールド, ビッグ・リバー・コート 3 1
0 9 0

(72)発明者 ブラック, ドン

アメリカ合衆国ワイオミング州 8 2 9 4 1, パインデイル, ピー・オー・ボックス 1 4 4 9

(72)発明者 キング, ジェイムズ・エドワード

アメリカ合衆国インディアナ州 4 6 0 3 2, カーメル, フリートウッド・サウス・ドライブ 1 2
8 3 0

(72)発明者 ロバートソン, エイ・ステレット

アメリカ合衆国インディアナ州 4 6 0 7 1, ソーンタウン, ウエスト・カウンティ・ロード・4 0
0・ノース 1 1 9 6 7

(72)発明者 トロムペン, ミック・エイ

アメリカ合衆国インディアナ州 4 6 0 7 4, ウェストフィールド, エメラルド・パインズ・レイン
1 9 2 3

F ターム(参考) 2B121 AA16 CC02 CC06 CC12 CC16 EA01 EA21 FA04 FA14

2F073 AA33 AB01 AB11 BB02 BC02 CC01 DD02 DE11 FF02 GG01

GG03 GG04 GG08