

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6706207号

(P6706207)

(45) 発行日 令和2年6月3日 (2020. 6. 3)

(24) 登録日 令和2年5月19日 (2020. 5. 19)

(51) Int. Cl. F 1
F 4 2 D 1/05 (2006.01) F 4 2 D 1/05

請求項の数 34 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-559199 (P2016-559199)	(73) 特許権者	512287344
(86) (22) 出願日	平成27年3月23日 (2015. 3. 23)		オリカ インターナショナル プライベ
(65) 公表番号	特表2017-512968 (P2017-512968A)		ト リミティド
(43) 公表日	平成29年5月25日 (2017. 5. 25)		シンガポール国, シンガポール 0791
(86) 国際出願番号	PCT/AU2015/050122		20, シェントン ウェイ 78 #06
(87) 国際公開番号	W02015/143502		-15 タワー 2
(87) 国際公開日	平成27年10月1日 (2015. 10. 1)	(74) 代理人	110002147
審査請求日	平成30年3月19日 (2018. 3. 19)		特許業務法人酒井国際特許事務所
(31) 優先権主張番号	61/971, 205	(72) 発明者	アップルビー, ロドニー
(32) 優先日	平成26年3月27日 (2014. 3. 27)		オーストラリア国, 4128 クイーンズ
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		ランド, シェイラー パーク, ノートン
			ドライブ 19

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 雷管ユニット、爆破システム、および爆破方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

雷管ユニットであって、
 爆破用の点火装置と、
 前記点火装置に結合された、1ミリ秒以下の反応時間を有する感光爆薬を含む爆薬装置と、

前記感光爆薬の周囲の伝爆薬と
 を備え、

前記点火装置は、
磁場の検出によって、磁気通信信号を受信するための一つ以上の磁力計を有する磁気受信機と、

爆破用のコマンドを決定するべく、前記磁気受信機と電気通信し、前記磁気通信信号を処理するためのコントローラと、

前記コマンドにしたがって、前記感光爆薬を点火するための光ビームを生成するべく、前記コントローラと電気通信する光源と
 を有し、

前記磁気通信信号は、磁気送信システムによって生成された前記磁場によって与えられ、前記磁気送信システムから地面を通じて前記磁力計へ一方向通信される、
 ことを特徴とする雷管ユニット。

【請求項 2】

10

20

前記点火装置は、前記磁気受信機、前記コントローラおよび前記光源を包囲し、当該点火装置の埋設にあたって前記点火装置に機械的な保護を与えるハウジングを有する、請求項 1 に記載の雷管ユニット。

【請求項 3】

前記ハウジングは、前記磁気受信機、前記コントローラ、および前記光源を包囲する金属スリーブを有する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の雷管ユニット。

【請求項 4】

前記ハウジングは、前記磁気受信機、前記コントローラおよび前記光源を包囲するポッティング材を含む、ことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の雷管ユニット。

【請求項 5】

前記ポッティング材は、プラスチックのポッティング材および／またはエラストマーのポッティング材を含む、ことを特徴とする請求項 4 に記載の雷管ユニット。

【請求項 6】

前記点火装置は、当該点火装置を前記爆薬装置に結合するためのカップリングを有する、ことを特徴とする、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の雷管ユニット。

【請求項 7】

前記カップリングは、
前記光源から前記爆薬装置へ前記光ビームを送信するためのウインドウと、
前記爆薬装置へ前記点火装置を機械的に結合するためのコネクタと、
前記光源から前記爆薬装置までの前記光ビーム用の光路をシールするためのシールと、
を含む、ことを特徴とする請求項 6 に記載の雷管ユニット。

【請求項 8】

前記爆薬装置は、前記感光爆薬を含む爆薬カプセルを有し、前記爆薬装置は 2 つの協同ウインドウを有し、その一方は前記点火装置内に配置され、もう一方は前記爆薬カプセル内に配置される、ことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の雷管ユニット。

【請求項 9】

前記爆薬装置は、前記伝爆薬の周囲の爆薬塊の主要な爆薬に点火するために、前記伝爆薬をマウントするように構成されている、ことを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれか一項に記載の雷管ユニット。

【請求項 10】

前記コマンドはコマンドコードを有し、前記コントローラは当該コントローラを制御するインストラクションを有し、前記インストラクションは、(i) 前記コマンドコードを前記点火装置内に格納された格納コードと比較し、(i i) 前記コマンドコードが前記格納コードと一致する場合には前記光ビームを生成するように前記光源を制御するものである、ことを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の雷管ユニット。

【請求項 11】

前記コントローラは、前記点火装置が埋設される前に、エンコーダから前記格納されたコードを受信するように構成されている、ことを特徴とする請求項 10 に記載の雷管ユニット。

【請求項 12】

前記コマンドコードは、選択された点火装置の集合のグループ識別子を有する、ことを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の雷管ユニット。

【請求項 13】

前記光源は、発光ダイオードを有する、ことを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の雷管ユニット。

【請求項 14】

前記光源は、ダイオードレーザーを有する、ことを特徴とする請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載の雷管ユニット。

【請求項 15】

前記光源は、カメラフラッシュ装置を有する、ことを特徴とする請求項 1 から 14 のい

10

20

30

40

50

ずれか一項に記載の雷管ユニット。

【請求項 1 6】

ボアホール内に埋設するための外部ケースをさらに備える請求項 1 から 1 5 のいずれか一項に記載の雷管ユニット。

【請求項 1 7】

前記磁気通信信号は、前記点火装置に近接配置された高インピーダンス材料からなる導体コイルによって生成された磁場によって送信され、その結果、前記導体コイルは、前記磁場を生成した後、当該導体コイル自身の発熱により破壊される、ことを特徴とする請求項 1 から 1 6 のいずれか一項に記載の雷管ユニット。

【請求項 1 8】

爆破システムであって、

各々が請求項 1 から 1 7 のいずれか一項に記載の雷管ユニットである、複数の前記雷管ユニットと、

前記コマンドを生成するための爆破コントローラとを備え、

前記磁気送信システムは、前記コマンドを受信するために、前記爆破コントローラと電気通信し、および、前記コマンドを表す前記磁気通信信号を生成するように構成されている、ことを特徴とする爆破システム。

【請求項 1 9】

前記磁気送信システムは、電気信号生成器、および、

前記電気信号生成器に接続されている導体コイルを有することを特徴とする請求項 1 8 に記載の爆破システム。

【請求項 2 0】

前記導体コイルは、磁場を生成するために少なくとも一回転の巻き線を有する、ことを特徴とする請求項 1 9 に記載の爆破システム。

【請求項 2 1】

前記導体コイルは、前記磁場を生成するために一回転のみの巻き線を有する、ことを特徴とする請求項 2 0 に記載の爆破システム。

【請求項 2 2】

前記導体コイルは、直径が 1 0 メートルから 1 0 0 0 メートルである、ことを特徴とする請求項 2 1 に記載の爆破システム。

【請求項 2 3】

前記導体コイルは、前記磁場を生成するように配置された複数回転の巻き線を有する、ことを特徴とする請求項 2 0 に記載の爆破システム。

【請求項 2 4】

前記導体コイルは、直径が 0 . 1 メートルから 1 0 メートルである、ことを特徴とする請求項 2 3 に記載の爆破システム。

【請求項 2 5】

前記導体コイルを流れる電流の振幅 1 0 アンペアから 1 0 0 0 アンペアである、ことを特徴とする請求項 1 9 から 2 4 のいずれか一項に記載の爆破システム。

【請求項 2 6】

前記導体コイルは、一回使用のために設計された絶縁体を含む低コストの導体部材を有する、ことを特徴とする請求項 1 9 から 2 5 のいずれか一項に記載の爆破システム。

【請求項 2 7】

前記導体コイルは、前記点火装置に近接配置された高インピーダンス導体材料からなり、その結果、前記導体コイルは、前記磁場を生成した後、当該導体コイル自身の発熱により破壊される、ことを特徴とする請求項 1 9 から 2 6 のいずれか一項に記載の爆破システム。

【請求項 2 8】

磁気送信システムによって磁気通信信号を送信する工程であって、前記磁気送信システ

10

20

30

40

50

ムは導体コイルを有し、前記導体コイルは磁場を生成する、ところの工程と、
一つ以上の磁力計を使った前記磁場の検出によって、磁気通信信号を受信する工程と、
点火装置の爆破用のコマンドを決定するよう、前記磁気通信信号を処理する工程と、
前記コマンドに従って、1ミリ秒以下の反応時間を有する感光爆薬を点火するための光
ビームを生成する工程と
を備え、
前記磁気通信信号は、前記導体コイルによって生成された前記磁場によって与えられ、
前記磁気送信システムから地面を通じて前記磁力計へ一方向通信される、
ことを特徴とする爆破方法。

【請求項 2 9】

10

前記磁場は準静磁場である、ことを特徴とする請求項 2 8 に記載の方法。

【請求項 3 0】

前記磁場は、振動磁場である、ことを特徴とする請求項 2 8 に記載の方法。

【請求項 3 1】

前記導体コイルは、前記点火装置に近接配置された高インピーダンス導体材料からなり、その結果、前記導体コイルは、前記磁場を生成した後、当該導体コイル自身の発熱により破壊される、ことを特徴とする請求項 2 8 から 3 0 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 3 2】

前記感光爆薬は、2 % のカーボンブラックを含む四硝酸ペンタエリスリット (PETN) である、

20

ことを特徴とする請求項 1 から 1 7 のいずれか一項に記載の雷管ユニット。

【請求項 3 3】

前記コネクタは、ネジ螺刻コネクタまたはパイオネットコネクタである、ことを特徴とする請求項 7 に記載の雷管ユニット。

【請求項 3 4】

前記電流の振幅は、5 0 アンペアである、ことを特徴とする請求項 2 5 に記載の爆破システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

30

本願は、オリカ・インターナショナル・プライベート・リミティドが出願人である 2 0 1 4 年 3 月 2 7 日付けの米国仮特許出願第 6 1 / 9 7 1 2 0 5 号に基づくものであり、その全開示を、ここに参考文献として組み込むものである。

【0 0 0 2】

本願発明は、概して、電子爆破用の装置、雷管ユニット、システムおよび方法に関し、露天採掘、採石、土木、および／または地上および海底での地震探査などに応用される、例えば、埋設された爆薬の起爆用システムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

露天採掘、採石、土木、および／または地上および海底での地震探査など爆破応用において、爆薬は、例えば選択されたパターンのボアホールに埋められている。埋設した爆薬を起爆するために、例えば、導爆線 (“det code” として知られる)、または電気制御された起爆装置などのさまざまな起爆装置が使用されている。爆破パターンでの異なる場所での爆薬の爆破タイミングは、爆破作業の成功のために重要である。

40

【0 0 0 4】

ある環境および複雑な応用において、埋設された爆薬を、例えば、導爆線または電氣的ケーブルなどの物理的なコネクタと接続することは好ましくない。例えば、このコネクタは、それらが採掘場を横切って張られている場合に問題が生じる。

【0 0 0 5】

電子起爆装置を有するワイヤレス通信が提案された。しかし、既存のシステムはある応

50

用に対して不適切なままである。例えば、高周波（R F）信号を使ったワイヤレスシステムは、爆薬装置から各ボアホールのカラーまでの見通し線接続を要求する。また、ワイヤレス信号によって電子起爆装置をアクティブ化可能にすることは、間違った時刻に爆破信号が受信されかつ解読された場合、または誤って解読された場合に、この起爆装置の格納、輸送および配置をきわめて危険にする。

【0006】

ワイヤレス電子爆破システムの第1クラスは、ボアホールとの間で従来の高周波を使用する。これらのシステムにおいて、高周波は岩または込め物を通過しないため、各ボアホールでの受信機または送受信機は、少なくとも通信用のアンテナをボアホールの外部に有する。トップボックスと、タイミングが正しい時刻に実行され、ボアホール内の爆破トレインを開始するホール内装置との間に、二次的通信チャンネルが必要となる。

10

【0007】

ワイヤレス電子爆破システムの第2クラスは、岩を貫通するワイヤレス通信を使用する。その通信は、各ボアホール内の点火デバイスの一部である磁力計によって検出された制御された磁場の爆破パターンの生成を通じて有効である。

【0008】

各ボアホールとの高周波通信に依拠する点火は、爆破時刻でボアホールのカラーにおいて受信機に対して高周波によるアクセスを要求する点で不利である。爆破タイミングでの高周波の反射または屈折に頼らない見通し線通信は一般に信頼性が高いが、特に、地下採掘において、ボアホールカラーにおいて、点火送信機から各受信機への見通し線通信の確保は、しばしば困難であり、不可能である（例えば、危険な地面状態のため）。スルー・ザ・ロック・コミュニケーション（スルー・ジ・アース（T T E）コミュニケーション）は、爆破すべきホールのカラーへのアクセスが不便であるか、安全でないか、不可能である場合に、爆破を進行できる点で有利である。

20

【0009】

上述したスルー・ロック・ワイヤレスシステムは起爆装置を有する。これらのシステムにおいて、磁氣的に送信されたコマンドは各ボアホール内の受信装置によって受信される。その後、受信装置は、適切なコマンドを従来の爆破トレインにおいて第1エレメントとして機能する電気または電子起爆装置に送信する。このシステムの欠点は、工場または現場において、受信装置と組み立てなければならない起爆装置を含むことである。概して起爆装置は、電磁気インターフェース（E M I）、熱、摩擦、火花および衝撃に対して、製造および使用において、二次爆薬よりも敏感な一次爆薬を含む。例えば、それが弱いE M保護を有する場合、起爆装置の電子部分がE M保護されている場合であっても、ヒューズヘッドは電磁気（E M）信号をピックアップする。起爆装置は、特別の取り扱い、輸送および格納を必要とし、それにより本質的なコンポーネントとして起爆装置を使用するのに不便とコストがかかる。

30

【0010】

爆破用のレーザー点火システムは、ボアホールの外部でレーザーおよびボアホール内の爆薬にエネルギーを伝達するための光ファイバー、または、ボアホール内に接続された制御エレクトロニクスを具備するダイオードレーザーを使用する。しかし、既存のレーザーシステムは、ボアホールの外部の点火装置からの電氣的または光学的接続を必要とする。したがって、例えば、点火装置の周囲のマテリアルが点火の前に移動（例えば、同じ領域内の先行爆破のため）する場合において失敗しやすく、爆破サイト内のワイヤまたはケーブルの不所望な無駄となる。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

少なくともある応用において、電子爆破システムを単純化しかつ安全性を改善することの要求が存在する。

【0012】

50

従来技術に関連するひとつ以上の欠点または限定を解決または緩和し、または、有用な代替物を少なくとも与えることが所望される。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本願発明に従い、爆破用の点火装置が与えられる。当該点火装置（I A）は、磁場の検出によって、地面を通じて磁気通信信号を受信するための磁気受信機と、

爆破用のコマンドを決定するべく磁気通信信号を処理するための、該磁気受信機と電気通信するコントローラと、

コマンドに従い、感光爆薬（L S E）を点火する光ビームを生成するためのコントローラと電氣的に通信する光源と、

を有する。

10

【0014】

本願発明は、また、爆薬雷管ユニットを与える。当該ユニットは、
上述した I A と、

I A に結合された L S E を有する爆薬装置と、

L S E の付近の伝爆薬と、

を有する。

【0015】

本願発明は、また、爆破システムを与え、当該システムは

各々が上述した I A である複数の点火装置と、

コマンドを生成するための爆破コントローラと、

コマンドを受信するための爆破コントローラと電気通信し、当該コマンドを表す磁気信号を生成するように構成された磁気送信システムと、

を有する。

20

【0016】

本願発明は、また爆破方法を与え、当該方法は、

準静磁場の検出によって、地面を通じて磁気通信信号を受信する工程と、

爆破用のコマンドを決定するべく磁気通信信号を処理する工程と、

コマンドに従い、感光爆薬（L S E）を点火する光ビームを生成する工程と、

を有する。

30

【0017】

本願発明は、また爆破用の点火装置（I A）を与え、当該装置は、

磁場の検出によって地面を通じて磁気通信信号を受信するための磁気受信機と、

爆破用のコマンドを決定するべく磁気通信信号を処理するための、磁気受信機と電気通信するコントローラと、

コマンドに従い、感光爆薬（L S E）を点火する光ビームを生成するべく、コントローラからの電気通信に基づいて、光源を制御するための電気機械インターフェースと、

を有する。

【0018】

本願発明は、また爆破用の点火装置（I A）を与え、当該装置は、

爆破用のコマンド信号に従うよう、I A を制御するためのコントローラコンポーネントと、

爆破の前に、エンコーダと通信するべく、コントローラコンポーネントをエンコーダに接続するための光学カップリングと、

を有する。

40

【0019】

本願発明の好適実施形態は、添付する図面を参照して、例示的に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、爆破システムの実施形態の略示図である。

50

【図 2】図 2 は、爆破システム内の点火装置（I A）のブロック図を示す。

【図 3】図 3 は、I A を含む雷管ユニットの略示図である。

【図 4】図 4 は、爆破システムを使った爆破方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下で説明するのは、感光爆薬のスルー・ロック・ワイヤレス点火およびインホール光点火を与える爆破システムである。説明する爆破システムは、爆薬を含まないエレクトロニクスパッケージを有する装置の使用を許し、爆薬等を含む点火装置より安全である。点火装置は、許可された爆薬工場で製造する必要はなく、危険物としてではなく、他の任意の電子装置として製造、輸送および格納されてよい。したがって点火装置には、長い配線を取り付ける必要がない。既存のワイヤレス起爆装置に長いレッグワイヤを付加することは、複雑さを増し、製造、輸送および格納のコストが増す。説明する爆破システムは、埋設された点火装置からの配線結合を必要としない。説明される爆破システムは、点火装置が埋設されるボアホールのカラーに、爆破時刻においてアクセスする必要がない。点火装置は、インホール遅延に基づいてプログラム可能なタイミングで点火するように制御可能である。説明する爆破システムは、起爆装置および一次爆薬を必要としない。

10

【0022】

爆破システム

図 1 に示すように、爆破システム 100 は、複数の点火装置（I A）200（受信機またはインホール処理モジュールとも言う）を地面 102 内部に含む。地面 102 は、石および土等を含む。各 I A 200 は、I A 200 を、雷管ユニット 300（雷管とも呼ぶ）を形成する伝爆薬内に配置することにより、および、ホール 104 内で雷管ユニット 300 の周りに爆薬の塊を注入することにより、対応する埋設位置またはホール 104（例えば、ボアホール）内で爆破するように構成されている。ホール 104 は、埋設すべき I A 200 に対して、例えば、岩の内部、地中、建物内部等アプリケーションサイトに応じた埋設位置を与える。

20

【0023】

システム 100 は、地面 102 を通じて点火装置 200 に信号を送るように構成された磁気送信システム 106 を有する。スルー・グラウンド・ワイヤレスコミュニケーション（スルー・ジ・アース（T T E）コミュニケーション、または、ほぼ岩からなる地面用のスルー・ロック・ワイヤレスコミュニケーションとも呼ぶ）は、地面 102、爆薬の塊 116、雷管ユニット 300 を通じて、ワイヤレス・スルー・グラウンド信号経路 118 に沿ったワイヤレス信号を I A 200 に送信するコミュニケーションを含む。

30

【0024】

スルー・グラウンド・ワイヤレス・コミュニケーションは、送信システム 106 とそれぞれのホール 104 内の点火装置 200 との間で、システム 100 によって与えられる。例えば、点火の時刻において、システム 100 は、点火装置 200 を起動し爆破させるために、送信システム 106 からホール 104 内の各点火装置 200（または各選択された点火装置 200）への一方向通信を与える。

【0025】

システム 100 は、ホール 104 内に配置する前に点火装置 200 をプログラムするためのエンコーダユニット 112（例えば、適当なインターフェースを有するハンドヘルドコンピュータ）を有してよい。適当なインターフェースは、ユニバーサル・シリアル・バス（U S B）ケーブル、R S 2 3 2 ケーブル、光結合、ショートレンジ R F カップリング等を含む。

40

【0026】

送信システム

磁気送信システム 106（送信機とも呼ぶ）は、低抵抗導体ループまたはコイル 110 内に変調された電流を送るように構成された信号生成器 108 を有する。コイル 110 は、例えば、50 アンペアの大きな変調電流を搬送することができる導体の一回以上の巻き

50

線を有するコイルを含む。

【0027】

送信システム106は、送信システム106によって生成される磁気通信信号用の選択された送信レンジ、および、選択された磁場強度を与えるように構成される。送信レンジは、アプリケーション条件に基づいて選択される。アプリケーション条件は、例えば、(i) IA200を使った爆破の計画サイズ、(ii) IA200の予め定められた感度、(iii) システム100の内部および周辺外部の大気磁気ノイズ（すなわち、ホール104内のIA200によって検出されるマイクロテスラまたはハイレンジの大気磁気ノイズ）を含む。生成された磁場の強度は、コイル110内のコイルの直径および巻数、ならびに、コイルを流れる電流の振幅に基づいて制御可能である。送信コイル110のコイルの巻数は少なくてもよく、例えば、一回であってもよい。電流振幅は、数十から数百アンペア、例えば、10アンペアから1000アンペアの間であってよい。コイルの直径は、数十から数百メートル、例えば、10メートル(m)から1000mであってよい。コイル110は、ひとつの共通電流源および信号生成器108から供給された複数の別個のコイルを有してもよい。このマルチコイル構成において、コイルは、コイルの生成磁場が加算的であるように構成され、各コイルは、人間が配置できるように人間によって持ち運び可能なほど十分に小さい。複数のコイルの直径は、0.1mから10mの間であってよい。

10

【0028】

コイル110内の変調電流の周波数、つまり生成磁場の周波数は、20ヘルツ(Hz)から2500Hzであってよい。

20

【0029】

信号生成器108は、磁場によって送信するべく信号を変調するように構成された、ひとつ以上の電子変調コンポーネント（例えば、回路、モジュール、プロセッサ、および／または、コンピュータ読み取り可能メモリ）を含む。電子変調コンポーネントは、周波数シフトキーイング(FSK)、パルス幅変調(PWM)、振幅変調(AM)、および／または、周波数変調(FM)に基づいて変調を与えてよい。

【0030】

与えられる変調は、ホールIA200内の磁気受信機204のタイプに基づいて選択される。磁気受信機204がひとつ以上のセンサを有する場合、変調は磁気受信機204内に電流を誘導するための振動キャリアまたは交流電流(AC)を有する。磁気受信機204がひとつ以上の磁気計を有する場合、生成された磁場の準静磁場成分の検出が可能となるように、変調は準変調である。

30

【0031】

送信システム106は、メインパワー結合、燃料発電機、および／または、供給バッテリー、例えば、商業的に入手可能な発電機または鉛酸バッテリーを含む電源を含んでよい。

【0032】

送信システム106は、信号生成器108を制御するための爆破コントローラ109（ブラスターまたは爆破マシンと呼ばれる）を有してよい。爆破コントローラ109は、IA200に送信するために、信号生成器108用の爆破コマンドを生成するように構成されてよい。爆破コントローラ109は、商業的に入手可能なコンピュータデバイス（例えば、パーソナルコンピュータ）および爆破ソフトウェアを有してよい。

40

【0033】

送信システム106は、システム100の動作のユーザーインターフェース(UI)を有してよい。UIは、信号生成器108を包含するボックスの上にフロントパネルを含んでよい。UIは信号生成器108と電子通信する（例えば、導体配線、光学通信、ショートまたはロングレンジ高周波送受信機を使って）ハンドヘルドデバイスを有してよい。

【0034】

送信システム106は、送信システム106とIA200との間の地面を通じた距離を最小にするべく、実際の爆発の近くに配置される。ある実施形態において、爆発に近接し

50

た位置でボックスは保護されており、例えばスチール製の保護ハウジングを含む。

【0035】

コイル110は、ホール104に非常に近接して、または、間または周囲に配置可能となるように、使い捨て可能に作成されている。コイル110は、例えば、一回使用のために設計された絶縁体とともに低コストの導体材料を使ってコイル110を形成することにより使い捨て可能に構成してもよい。ホール104に非常に近接して配置されたコイル110は、より少ない送信電力を必要とし、よってより少ない導体許容電流を必要とする。その結果、より高いインピーダンスの導体部材がコイル110内で使用可能である。爆破中に、導体部材の加熱および／または爆破からの衝撃により、コイル110を少なくとも部分的に破壊または損傷することにより、爆発しなかったIA200へのコマンドが誤って送信される可能性が減少する。

10

【0036】

点火装置

図2に示すように、点火装置(IA)200は、光源215を有する。光源215はIA200のひとつのエッジまたはエンドに存在し、IAを終端する。光源215は、発光ダイオード(LED)、レーザーダイオード(LD)およびカメラフラッシュ装置のひとつ以上を有する。光源は、高強度の少なくともひとつの短いパルス光を生成するべくパルスモードで動作可能である。ミリ秒に選択可能な爆破タイミングを達成するべく、ターゲットの感光爆薬(LSE)の反応時間はミリ秒付近であってよく、例えば、1ミリ秒以下、好適には100マイクロ秒以下であってよい。光源215は、IA200の電子コンポーネントから電力を受け取る電力回路を有する。光源215は、選択されたスポットサイズおよび／または形状を有するLSEに作用するべく、パルス光を向ける光学エレメント(例えば、レンズ、または、レンズ系)を有してよい。例示的な光源は、200Wのピーク電力および5ミリジュール以下のエネルギーを受信すると動作するように構成された商業的に入手可能なレーザーダイオードであってよい。

20

【0037】

図2に示すように、点火装置(IA)200は、

電氣的エネルギーを保存するための長期エネルギーストレージコンポーネント202(IA200用のエネルギー源と呼ぶ)であって、例えば、少なくともひとつの商業的に入手可能なバッテリー(例えば、各々が少なくとも1kJのエネルギーを有する1.5Vの“AAA”バッテリー)または、光源215を付勢する十分な容量を有する長寿命キャパシタ、および、IA200内の電子的コンポーネントと、

30

磁気受信機204の位置において、変調された磁場によって与えられる送信された磁気信号(送信された磁気信号は磁場内で送信されるとする)を検出するための磁気受信機204(磁気受信機コンポーネントと呼ばれる)と、

すくなくともひとつのマイクロプロセッサを含む、電子インストラクションまたはコマンドを生成するべく検出された信号を復調しかつデコードするためのIAコントローラ206(コントローラコンポーネント、プロセッサコンポーネント、または、モジュール)と、

プログラム可能な遅延時間、グループ識別子(GID)または個別識別子(IID)のようなコード等を電子的(例えば、デジタルデータとして)に格納するための情報格納コンポーネントと呼ばれるデータ格納部208(例えば、少なくともひとつの商業的に入手可能な電子データ格納デバイス)と、

40

急速な放電によって光源215を動作可能にするように、適切な形式(例えば、キャパシタ中に少なくとも5mJ)で、電氣的エネルギーを(エネルギーストレージ202から)受信しかつ格納するための短期エネルギーストレージコンポーネント210(例えば、点火キャパシタを含む)と、

遅延時間をカウントダウンするための(このプロセスはカウントダウンと呼ばれる)、タイミングコンポーネントと呼ばれるタイマー212と、

感光爆薬(LSE)を点火するために光源215に電流を供給することにより、カウ

50

トダウンが完了したとき光源 215 から少なくともひとつの光パルスを送り出すための、例えば、MOSFET デバイスのような商業的に入手可能なスイッチ 214 と、を有する。

【0038】

IA200 内の電子コンポーネント 202 および光源 215 は、少なくともひとつの印刷回路基板上において導体配線または導体トラックなどの電氣的導体 218 によって電氣的に接続されている。

【0039】

図 2 に示すように、点火装置 200 は、ハウジング 216 内部でユニットを形成するコンポーネントを有する集積デバイスであってよい。IA200 内の電子的コンポーネント 202 から 214 および光源 215、ならびに導体 218 は、点火装置 200 のハウジング 216 内で印刷回路上にマウントされてもよい。代替的に、点火装置 200 のコンポーネントは、互いに電氣的に連結される複数の別個のハウジングの内部に形成されてもよい。ハウジングまたは複数のハウジング 216 内のコンポーネント 202 ~ 215 は、ハウジング 216 内の弾性および非弾性コンポーネントによって特にダイナミックなショックのような悪影響から保護される。機械的ショックにさらされたとき砕けないプラスチックまたはエラストマポッティング材料のシール構造が、コンポーネント 202 ~ 215 をショックから保護する。実施形態において、ハウジング 216 は、例えば、約 10 バールの水圧まで、水、流体または粒状爆薬材料、高濃度の窒化アンモニア内、および、約 2 程度の低い pH 値、約 100 から 1000 バールの隣接する穴の発火によるダイナミックな衝撃圧力、および、月オーダーでの穴内でのスリープ時間などの環境条件に耐えるのに十分に堅固であるように構成されている。ある実施形態において、ハウジング 216 はポリマー（例えば、ポリプロピレン）から成形される。ある実施形態において、ハウジング 216 は、付加的な強度を与えるためにいくつかまたはすべてのコンポーネントに対して金属製のスリープ（例えば、スチール）を有してもよい。

【0040】

磁気受信機 204 は、ひとつ以上の磁場センサを有する。磁気受信機 204 は、ひとつ以上の磁気誘導センサを有する磁気誘導受信機、例えば、商業的に入手可能な磁気誘導受信機であってよい。磁気受信機 204 は、準静磁場センサ、または、ひとつ以上の磁力センサ、例えば、商業的に入手可能な磁気抵抗デバイスを含む磁力計であってよい。磁気誘導デバイスは、フェライトコアを有する細いワイヤのコイルであってよい。生成された磁場用にカスタマイズされたこれらのデバイスは、概して、磁気抵抗デバイスよりも感度がよい。磁気受信機 204 は、低ノイズおよび非常に高い利得を有する、磁場センサからの電気信号を増幅するための電子増幅器を有してよい。増幅器は、例えば、商業的に入手可能なオペアンプを含む。磁気センサ、アンプ、および、ひとつ以上の信号プロセッサを含む受信機コンポーネント 204 は、例えば、約 100 ナノテスラ以下のオーダーの振動磁場強度を受信（例えば、受信可能な信号対ノイズ比で検出）することができる。実施形態において、レンジは、約 1 ナノテスラまたはそれ以下である。

【0041】

IA コントローラ 206 は、磁気受信機 204 からの増幅した電気信号を復調しかつデコードするように構成された商業的に入手可能な DSP に基づいたデジタル信号プロセッサ（DSP）であってよい。ひとつ以上のプログラム可能なロジックコントローラ（PLC）または特定用途向け集積回路（ASIC）は、入力信号をコマンドとして解釈するようにプログラム可能であり、各コマンド用の適当なイベントのシーケンスを開始することができる。IA コントローラ 206 は、節電モード、アクティブ・リスニングモード、武装モード、受電モード、点火モードの状態を含むステートマシンを有してよい。

【0042】

以下の入力コマンドは、以下のタスクを実行するようにコントローラコンポーネント 206 を制御することができる。

【0043】

WAKE UP コマンド：節電モードからアクティブ・リスニングモードに目覚める。

【0044】

SYNCH コマンド：IA コントローラ 206 内のクロックをコマンド内の時刻と同期させる。

【0045】

GDI コマンド：コマンドのグループ識別子 (GID) を IA 200 に格納された GDI と比較し、それらが、武装モードに移行することにより、さらなるアクション用に IA 200 を武装することに一致するか否かを判定する。

【0046】

IID コマンドまたは ARM コマンド：IA 200 内に格納された個別識別子 (IID) を、入力コマンドのひとつ以上のコマンド ID と比較し、それらが一致すれば、ステートマシンを武装モードに移行することにより、さらなるアクション用に IA 200 を武装する。

【0047】

TIME DELAY コマンド：IA 200 の集合 (コマンド GID を有する) または個別の IA 200 (ID に基づく) 用のコマンド内の遅延時間を受信し、補正する。

【0048】

CHARGE コマンド：充電モードにおいて、短期ストレージ 210 を充電するために点火電圧を生成する。

【0049】

FIRE コマンド：点火モードにおいて格納された遅延時間のカウンtdownを開始するべくタイマー 212 を制御し、ストレージ 210 内に格納されたエネルギーを光源 215 に放出することにより点火に導く。

【0050】

タイマー 212 は、約 0.1 % 以下、好適には 0.01 % 以下の誤差を有するように構成される。タイミング遅延は、約 1 ミリ秒の精度で選択可能な時間遅延を有するように構成される。タイマー 212 は、商業的に入手可能なタイミングコンポーネント、例えば、水晶振動子であってよい。

【0051】

エンコーダ

IA 200 は、エンコーダ 112 によってサイト上でプログラム可能であってよい。エンコーダ 112 は、ユーザによって持ち運びが容易なハンドヘルドデバイスであってよく、採掘条件に適してでこぼこしている。実施形態において、エンコーダ 112 は、コントローラコンポーネント 206 からの任意の確認または他の返信信号無しで、コントローラコンポーネント 206 へインストラクションを送ることができる。他の好適実施形態において、エンコーダ 112 とコントローラコンポーネント 206 との間に双方向通信があってもよい。この通信用のチャネルは、エンコーダ 112 と一時的に通信するコントローラコンポーネント 206 に接続される配線または光学デバイス、ブルートゥース (登録商標) のような短距離無線接続、エンコーダ 112 上の端子と嵌合するコントローラコンポーネント 206 の外側のターミナル、または、コントローラコンポーネント 206 とエンコーダ 112 との間の光結合であってよい。この光学チャネルを確立するために、エンコーダ 112 およびコントローラコンポーネント 206 は、発光ダイオード (LED) およびフォトセル、例えば、商業的に入手可能な LED および IA コントローラ 206 に接続されかつ制御されるフォトセルを有する。実施形態において、光学チャネルは、例えば採掘アプリケーションにおいて厳しい化学的環境内で腐食する外部電気端子を IA 200 上に有することを避けることができる。例示的なエンコーダは、光学通信イクイップメントを含む外部アダプタが取り付けられた商業的なハンドヘルドコンピュータ (例えば、Trimble NOMAD (商標)) に基づいてよい。ハンドヘルドコンピュータは、ユーザインターフェースを与える。

【0052】

各 I A 2 0 0 の符号化は、ホール 1 0 4 内へ配備する前に行われる。各 I A 2 0 0 は、そのホール 1 0 4 と個別に関連づけられるか、ひとつのホール 1 0 4 に対してひとつ以上、または 1 0 個までの I A 2 0 0 が存在してもよい。エンコーダ 1 1 2 は、コントローラコンポーネント 2 0 6 にその遅延時間（ミリ秒）および任意でその G I D を送信し、コントローラコンポーネント 2 0 6 から個別 I D（出荷時プログラム済み）および任意で条件報告を回復する。

【0053】

I A 2 0 0 は、単独で爆薬を含まないので、エンコーダ 1 1 2 を使った作業は安全であり、I A 2 0 0 が故障した場合に、ユーザが危険な強度および／または間隔の事故的な光パルスにさらされないようにする。爆薬を含まない I A 2 0 0 を有することにより、光源 2 1 5 からの光ビームパワーおよび／または間隔を測定することを含む、I A 2 0 0 のフルパワーテストが可能になる。

10

【0054】

雷管ユニット

エンコーダ 1 1 2 による符号化が完了すると、カップリングを使って、I A 2 0 0 は、感光爆薬（例えば、カプセル中）を含む伝爆薬へ接続され、雷管ユニット 3 0 0（雷管と呼ばれる）を形成する。カップリングは、光学インターフェースを形成する面をクリーンに保持するための手段を有し、ホール内の環境に実質的に影響されないシールを与える（例えば、最低限、シールは約 1 0 バールの水圧に耐えることができる）。この雷管ユニット 3 0 0 は、ホール 1 0 4 内に配置可能であってよい。垂直のボアホールに対して、好適に、配置は、ロープを使って実行され、その結果、雷管ユニット 3 0 0 の自由落下が避けられる。

20

【0055】

図 3 に示すように、雷管ユニット 3 0 0 は、

I A 2 0 0 と、

感光爆薬（L S E）を有する爆薬カプセル 3 0 2（マッチとも呼ばれる）と、

I A 2 0 0 をカプセル 3 0 2 に結合するための機械的なインターフェースを与えるコネクタ 3 0 4（例えば、ネジ螺刻されたコネクタ）と、

光源 2 1 5 と L S E との間のシーリングウインドウ 3 0 6 と、

カプセル 3 0 2 と I A 2 0 0 との間のシール 3 0 8 と、

伝爆薬 3 1 0 と、

雷管ハウジング 3 1 2（ケースまたはケーシングとも呼ぶ）と、
を有する。

30

【0056】

カプセル 3 0 2 内の感光爆薬の例は、カーボンブラックまたは他の二次的爆薬（例えば、研究室爆薬（R D X）またはオクタゴンまたは高融点爆薬（H M X））を含む四硝酸ペンタエリスリット（P E T N）であってよい。カーボンブラックは、P E T N の感光性をより高めるために 2 % から 5 % のレベルの効果的なドーパントであってよい。感光爆薬による可視光および赤外線吸収および熱変換が P E T N を発火させる。点火は燃焼爆発遷移（D D T）を通じて生じる。それは、強力な閉じ込め条件の下で、より効果的に進行する。点火される感光爆薬の量およびタイプは、商業的な爆薬のカラムの爆薬トレインを点火するのに十分である。こうして、点火装置 2 0 0 の位置で爆破が生じる。実験において、完全に点火するための実行時間は、P E T N カラムの遠位端のシーリングがない場合、1 0 0 ミリ秒以下であることがわかった。

40

【0057】

カプセル 3 0 2 は、例えば、短い金属チューブのような中空閉じ込め容器を有してよい。チューブの内径は、2 ミリメートル（mm）から 5 mm の範囲内であり、好適には約 3 mm である。チューブの長さは、P E T N の点火に必要な爆発に基づいて選択される。例えば、P E T N チューブは、ペントライト（ペントライトは、約 4 0 から 6 0 % T N T を含み、バランスは P E T N である）商業的なブースター内に埋設されてよい。5 0 / 5 0

50

ペントライトブレンドが使用されるのが好ましい。チューブ内で圧縮されたPETNカラムの長さは、それを密接に包囲するペントライトを適切に与えるべく、10から20mmの範囲であってよい。

【0058】

光源215によって照射されるように構成されたドープされたPETNカラムの近位端において、LSEの表面または体積は、有効なDDTのためにウインドウ306およびシール308によって、シールされる。ウインドウ306は、光源215からの光の波長に対して透過性があり、シールおよび光パルス通路の両方の目的のために、例えば、水晶またはサファイヤが使用される。球面サファイヤレンズは、シールウインドウ306として使用されてよく、例えば、約2.5mmの直径を有する。ウインドウ306は、好適には、非常に強く、DDTイベントの圧力に耐えることができ、優れた光学特性（例えば、高い透過性、可視光および赤外線の低吸収および低歪みなど）を有する。ウインドウ306は、球面レンズの形状に対応する形状の精密加工面を与えることにより、および任意に金属チューブとウインドウ（例えば球面レンズ）との間に薄いガasketを与えることにより、カプセル302またはIA200の近位端に取り付け可能である。ウインドウ306は、透明度および光源の波長に関して選択された、光学レンズまたは光学系を有してよい。それは、LSEの選択された体積内（例えば、選択した深さおよび直径）に光ビームをフォーカス（またはデフォーカス）する。ウインドウ306は、2つの協同ウインドウを有してよい。ひとつはIA200内、もうひとつはカプセル302がIA200に結合されるときウインドウを与えるカプセル302内に配置可能である。ウインドウ306およびコネクタ304、およびシール308は、IA200をカプセル302に結合するためのカップリングを形成する。

【0059】

実施形態において、光源215は、ハウジング216の一体コンポーネントであってよいが、ウインドウ306およびカプセル302と密接に関連して伝爆薬310内に格納されてよい。本実施形態において、雷管300を形成するためにIA200を伝爆薬と結合することは、雷管300の2つのコンポーネント間での光学的ではない電気的接続を形成することに関連する。すなわち、本実施形態において、IA200がアセンブリされて雷管300を形成するまでは、IA200は、光源215それ自身以外に光源215用の電子的ドライバを有してよい。本実施形態において、IA200は、IAコントローラ206からの電気的通信に基づいて、光源215を制御する電気機械インターフェースを有し、爆破用のコマンドに従い、感光爆薬（LSE）を点火するべく光ビームを生成する。光源215およびIA200の電子部分は、電子機械インターフェースを使って電気的かつ機械的に結合される。電気機械インターフェースは、IA200上に電気及び機械的コンポーネントを有する。それは、光源215とスイッチ214との間に同等の接続を与える。IA200上の電気機械インターフェースは、コネクタ（電気ピンおよびプラグ、および、パイオネットまたはネジ螺刻）を含んでよい。光源215は（それ自身のハウジング内）は、対応する（電気ピンおよびプラグ、および、パイオネットまたはネジ螺刻に対応する）コネクタを有してよい。光源に結合するための電気機械インターフェースは、埃および／または水に対して抵抗があるか、耐性があるシールを有してよい。シールは、それを通じてコネクタが伸長するカバーであってよい。

【0060】

地震爆破アプリケーションにおいて、LSE爆薬は、爆薬（例えば、ペントライト）を点火し、石油およびガス田を探索する際に地理的特徴を決定するための解析用の信号（衝撃波）を生成する。

【0061】

代替的な実施形態において、伝爆薬は、信管を有するか、信管によって置換されてもよい。信管は、その後、従来の方法で他の伝爆薬に接続される。

【0062】

爆破方法

10

20

30

40

50

システム 100 は、図 4 に示すような以下のステップを含む爆破方法を与える。当該方法は、

予め選択された爆破パターン要求に基づいて爆破するための位置およびタイミングを決定する工程と（ステップ 402）、

決定された位置およびタイミングに基づいて、IA 個別識別子、IA 集合識別子、時間遅延等を記録しかつ設定するために、エンコーダ 112 を使用して各点火装置（IA）200 と通信する工程と（ステップ 404）、

雷管ユニット 300 を形成するべく伝爆薬内に IA 200 を配置する工程と（ステップ 406）、

地面位置 104 に雷管 300 を配置する工程と（ステップ 408）、

雷管の周囲に爆薬 116 を充填し、込め物でホールをふさぐ工程と（ステップ 410）

10

、送信システム 106 を使って爆破時刻での点火を準備する工程と（ステップ 412）、

送信システム 106 から IA 200 へ地面 102 を通じて、例えば、Wake-Up、Synch、Time-delay、Arm および Fire の 1 つ以上のコマンドを含む磁気信号を送信する工程と（ステップ 414）、

IA 200 により磁気信号を受信する工程と（ステップ 416）、

磁気受信機 204 によって、磁気信号を検出し、磁気信号を増幅する工程と（ステップ 418）、

IA コントローラ 206 によって、信号をデコードし、電子的インストラクションを決定し、点火コマンド認識し、遅延時間をカウントダウンするべくタイマー 212 を開始する工程と（ステップ 420）、

20

その後、タイマー 212 によって、スイッチ 214 を動作させる工程と（ステップ 422）、

スイッチ 214 により、短期ストレージ 210 を光源 215 に対して放電することにより、光パルスを作作用させる工程と（ステップ 424）、

ウインドウ 306 を通じて LSE 内を通過する光パルスによって、燃焼を生じさせる工程と（ステップ 426）、

LSE が点火に遷移し、爆破を開始し、複数の IA が選択されたシーケンスで点火される工程と（ステップ 428）、

30

点火コマンドを送信した後に、爆破によって送信コイル 11 が非動作となる工程と（ステップ 430）

を有する。

【0063】

解釈

本願発明の態様から離れることなく、多くの修正が可能であることは当業者にとって自明である。

【0064】

本明細書における従来技術の参照（またはそれから導出される情報）または、周知事項は、従来技術（またはそれから導出される情報）または周知事項の当業者の共通の一般的な認識を形成するものであるという理解または認定または示唆を与えるものではない。

40

【図 1】

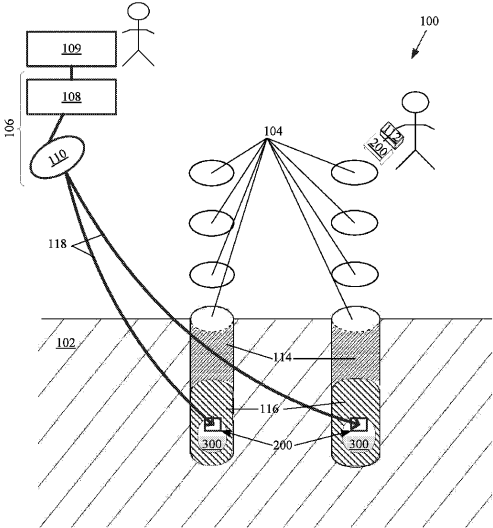


Figure 1

【図 2】

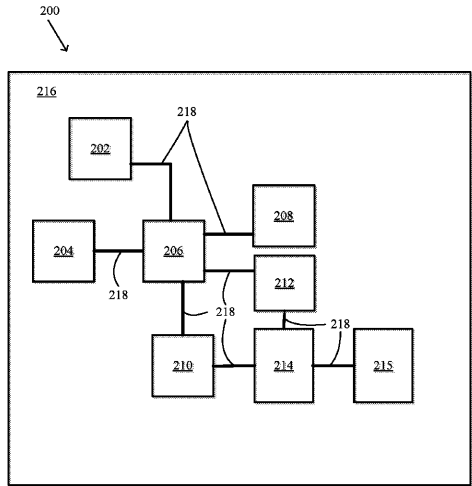


Figure 2

【図 3】

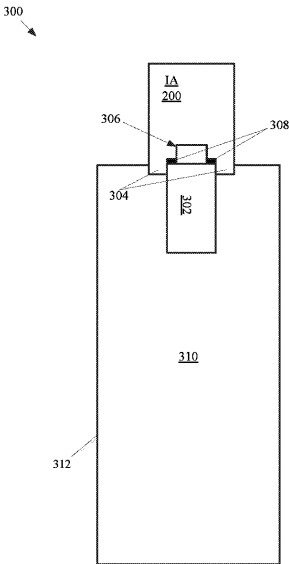
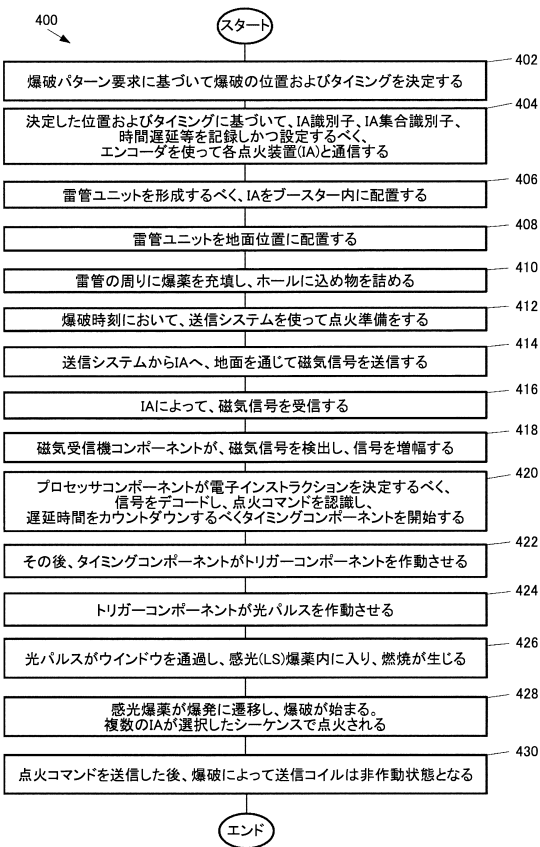


Figure 3

【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジョンソン, デイビッド
アメリカ合衆国, 80016 コロラド, オーロラ, イースト コスティーラ プレイス 253
28
- (72)発明者 グッドリッジ, リチャード
アメリカ合衆国, 80138 コロラド, パーカー, イースト アイディルワイルド ドライブ
22279
- (72)発明者 ウィックス, パイロン
オーストラリア国, 2460 ニュー サウス ウェールズ, アルミー クリーク, ローレンス
ロード 344

審査官 志水 裕司

- (56)参考文献 特表2013-528774 (JP, A)
国際公開第2013/116938 (WO, A1)
特表2013-513837 (JP, A)
欧州特許出願公開第2511849 (EP, A1)
特開2008-103902 (JP, A)
特表昭60-501023 (JP, A)
国際公開第2013/044273 (WO, A1)
国際公開第2012/061850 (WO, A1)
特開平06-221224 (JP, A)
特開平08-219700 (JP, A)
国際公開第2012/149584 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F42D	1/00
F42B	3/113
F42C	15/40
H01Q	7/00
H04B	5/02
H04B	13/02