

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-190801  
(P2012-190801A)

(43) 公開日 平成24年10月4日(2012.10.4)

(51) Int.Cl.  
H01B 11/06 (2006.01)

F I  
H01B 11/06

テーマコード(参考)  
5G319

審査請求 有 請求項の数 23 O L 外国語出願 (全 13 頁)

|              |                                     |          |   |
|--------------|-------------------------------------|----------|---|
| (21) 出願番号    | 特願2012-88336 (P2012-88336)          | (71) 出願人 | 507202736<br>パンドウィット・コーポレーション<br>アメリカ合衆国イリノイ州60487, テ<br>インレイ・パーク, パンデューイト・ドラ<br>イブ 18900 |
| (22) 出願日     | 平成24年4月9日(2012.4.9)                 | (74) 代理人 | 100140109<br>弁理士 小野 新次郎   |
| (62) 分割の表示   | 特願2006-520221 (P2006-520221)<br>の分割 | (74) 代理人 | 100075270<br>弁理士 小林 泰   |
| 原出願日         | 平成16年7月9日(2004.7.9)                 | (74) 代理人 | 100096013<br>弁理士 富田 博行  |
| (31) 優先権主張番号 | 60/486,683                          | (74) 代理人 | 100092967<br>弁理士 星野 修   |
| (32) 優先日     | 平成15年7月11日(2003.7.11)               | (74) 代理人 | 100120112<br>弁理士 中西 基晴  |
| (33) 優先権主張国  | 米国 (US)                             |          |   |
| (31) 優先権主張番号 | 60/488,566                          |          |   |
| (32) 優先日     | 平成15年7月18日(2003.7.18)               |          |   |
| (33) 優先権主張国  | 米国 (US)                             |          |   |
| (31) 優先権主張番号 | 60/565,464                          |          |   |
| (32) 優先日     | 平成16年4月26日(2004.4.26)               |          |   |
| (33) 優先権主張国  | 米国 (US)                             |          |   |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 強化パッチコードによるエイリアン・クロストーク抑制

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 通信におけるエイリアン・クロストークを抑制するためのシステムおよび方法を提供する。

【解決手段】 追加の減衰を導入する強化パッチコードを使用する。好ましくは、これら強化パッチコード22、24をシールドすることによって、それらの長さに沿ってエイリアン・クロストークを低減し、また、それを通る信号を、標準の通信パッチコードよりも大きく減衰させる。2つの強化パッチコードの相互作用は、エイリアン・クロストークに対する2つの抑制ステップと、通信ケーブル18を通過する意図した信号に対する1つのみの抑制ステップをもたらす。

【選択図】 図1

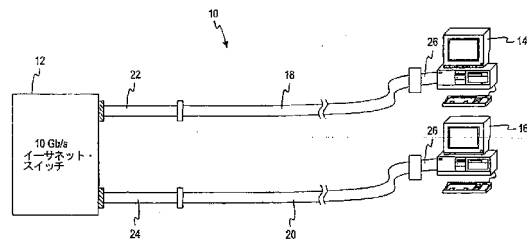


Fig. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

通信ネットワークにおけるエイリアン・クロストークを低減するためのシステムであって、

第 1 の強化パッチコードを介して第 1 のネットワーク・デバイスに接続された第 1 の通信ケーブルであって、該第 1 強化パッチコードが、前記第 1 通信ケーブルにおける減衰よりも大きな度合いで、前記強化パッチコードを通して伝わる信号を減衰させるように構成された減衰用パッチコードである、前記の第 1 の通信ケーブルと、

第 2 の強化パッチコードを介して第 2 のネットワーク・デバイスに接続された第 2 の通信ケーブルであって、該第 2 強化パッチコードが、前記第 2 通信ケーブルにおける減衰よりも大きな度合いで、前記強化パッチコードを通して伝わる信号を減衰させるように構成された減衰用パッチコードである、前記の第 2 の通信ケーブルと、  
を備えたシステム。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記第 1 パッチコードは複数のツイスト通信ワイヤを含み、前記第 1 通信ケーブルは複数のツイスト通信ワイヤを含み、前記第 1 パッチコードの前記ツイスト通信ワイヤは、前記第 1 通信ケーブルの前記ツイスト通信ワイヤよりも、単位長あたりより多いツイストを有する、システム。

**【請求項 3】**

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記第 1 パッチコードは複数の通信ワイヤを含み、前記第 1 通信ケーブルは複数の通信ワイヤを含み、前記第 1 パッチコードの前記通信ワイヤは、前記第 1 通信ケーブルの前記ツイスト通信ワイヤよりもより狭いゲージを有する、システム。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、一般的には通信システムに関し、より詳細には、通信におけるエイリアン・クロストークを抑制するためのシステムおよび方法に関するものである。

30

**【背景技術】****【0002】**

通信システムにおけるクロストークの抑制は、システムの信頼性並びに通信の品質を改善するための措置として益々重要になってきている。通信システムの帯域幅が大きくなるにつれ、信号クロストークを低減あるいは除去する重要性が増している。

**【0003】**

有線の通信システムにおいては、クロストークは、通信ケーブル内あるいは多数のケーブル間における電磁干渉により生じる。ケーブル間の相互作用から生ずるクロストークは、エイリアン・クロストークとして知られている。

**【発明の概要】**

40

**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

1 つのケーブル内を走る信号がこの同じケーブル内の信号と干渉することから生ずるクロストークは、電子的なクロストーク低減方法を使用してうまく処理することができるが、エイリアン・クロストークは別の問題を呈し、それは、その干渉するあるいは妨害する信号の品質が未知であるからである。エイリアン・クロストークは、インストールされた Cat 6 または Cat 5 e のケーブル・ベースを通しての 10 Gbps のイーサネット通信のような実装例において問題があることが分かっている。そのようなケーブルでは、エイリアン・クロストークは、通信性能を相当奪ってしまうことがある。特別に設計されたケーブルを使ってエイリアン・クロストークを減少させることもできるが、既存のケーブ

50

ルを新たに設計したケーブルに置き換えることは、相当の出費を伴う。

【0005】

このため、インストールされたケーブルで使用できる、エイリアン・クロストーク抑制の方法およびシステムに対するニーズが存在する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の1実施形態によれば、増強した減衰をもつ改良したパッチコードによってインストールされたケーブル・システムの性能を改善する。

本発明の別の実施形態によれば、通信ケーブル間のエイリアン・クロストークは、通信ケーブルに接続した減衰用パッチケーブルを使用するという方法によって減少する。

10

【0007】

本発明の別の実施形態によれば、ケーブル・システムは、改良したパッチコードを用いて、通信ケーブル間のエイリアン・クロストークを減少させる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、本発明の1実施形態による通信システムのプラン図。

【図2】図2は、エイリアン・クロストーク抑制を提供するため改良したパッチコードを備えたケーブル・インストレーションの概略図。

【図3】図3は、本発明による強化パッチコードを使用する通信システムにおける、増強した信号対ノイズ比を示すグラフ。

20

【図4】図4は、本発明の1実施形態による導体および損失導体絶縁を示す横断面図。

【図5】図5は、損失導電性コーティングをもつストランドッド・ワイヤの横断面図。

【図6】図6は、図5の細部“A”の詳細図。

【図7a】図7aと図7bは、2つのケーブル・ペアの比較を示す横断面図であり、図7bのケーブル・ペアは、クロストーク・ペアの距離が増している。

【図7b】図7bと図7aは、2つのケーブル・ペアの比較を示す横断面図であり、bのケーブル・ペアは、クロストーク・ペアの距離が増している。

【図8】図8は、包囲シールドをもつケーブルの横断面図。

【図9】図9は、変更した包囲シールドをもつケーブルの横断面図。

【図10】図10は、各ワイヤ・ペアを包囲するシールドリングをもつケーブルの横断面図。

30

【図11】図11は、導電性スプラインをもつケーブルの横断面図。

【図12】図12は、ケーブルの長さに沿った変化するケーブル・レイを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

次に、図1を参照すると、これには通信システム10が示されている。この通信システム10においては、10Gb/sイーサネット・スイッチ12のようなネットワーク・デバイスは、それぞれ、第1および第2の通信ケーブル18および20によりパーソナル・コンピュータ(“PC”)14および16に接続されている。理解されるべきであるが、図1は、1つのネットワーク・デバイスから2つのデバイスへ延びた通信ケーブル18および20を示しているが、本発明によるシステムおよび方法は、通信ケーブル間のエイリアン・クロストークについて、それらケーブルが接続されているデバイスのタイプにかかわらずそのクロストークの抑制を可能にする。

40

【0010】

一般に、通信ケーブル18と20との間の相互作用により生ずるエイリアン・クロストークは、ケーブル18および20の全長にそって結合されることになる。ケーブル18および20は、これらを伝搬する信号をある程度抑制するように働き、これにより、イーサネット・スイッチ12により近いそれらケーブル間に生ずるエイリアン・クロストークは、PC14および16において幾分減衰されることになる。

【0011】

50

クロストーク抑制は、図1のシステムにおいては、第1および第2の強化パッチコード22および24により強化される。強化パッチコード22および24は、例えば追加のシールドリングを提供することにより、それらの全長にそってクロストークを抑制するように設計されている。加えて、強化パッチコード22および24は、それらを伝搬する通信信号およびクロストークのようなノイズを減衰させる。パッチコード22および24における減衰は、多くの方法で実現することができる。例えば、パッチコード22および24内にフィンガ・ゲージ・ワイヤを使用することにより、あるいはパッチコード22および24内に含まれたワイヤにおけるインチ当たりのツイストの数を増やすことにより、減衰を増大させることができる。

#### 【0012】

エイリアン・クロストークの強さは、干渉するあるいは妨害する信号の強さに依存する。このため、第1強化パッチコード22により提供される増加した減衰は、第1通信ケーブル18における信号レベルを低減させる。その結果、この第1通信ケーブルから第2通信ケーブル20に結合されるエイリアン・クロストークは、第1強化パッチコード22による減衰に起因して低減される。第2通信ケーブル20における第1通信ケーブル18により生ずるエイリアン・クロストークは、第2通信ケーブル20において両方向に伝わるため、エイリアン・クロストークは、第2強化パッチコード24における抑制を受けることになる。

#### 【0013】

例えば、1ボルトのピーク・ピークの信号強度をもつ信号がイーサネット・スイッチ12を出て、しかも第1強化パッチコード22がその初期強度の10パーセントに減衰させた場合、イーサネット・スイッチ12から第1PC14へ行く信号は、0.1ボルトのピーク・ピークの信号強度をもつことになる。この信号の10パーセントがエイリアン・クロストークとして第2通信ケーブル20に結合する場合、この第2ケーブルにおけるエイリアン・クロストークは、0.01ボルトのピーク・ピークの信号強度を有することになる。もし第2強化パッチコード24もまた初期強度の10パーセントに信号を低下させる減衰特性を有する場合、そのエイリアン・クロストークは、第2通信ケーブル20において0.001ボルトのピーク・ピークに抑制される。このため、エイリアン・クロストークは、2つのパッチコード22および24の作用にさらされたことになり、イーサネット・スイッチ12から第2通信ケーブル20を通過する信号は、第2強化パッチコード24の作用にのみさらされたことになる。オプションの強化パッチコード26は、PC14および16への接続のために示しているが、同様に働いて通信接続のユーザ側においてエイリアン・クロストークを低減する。

#### 【0014】

本発明による強化パッチコードは、図2に示したように多数の接続に一体化させることができ、そしてこれにおいて、複数のケーブルをもつ水平のケーブル・プラント28は、通信経路の第1と第2の端部に設けた強化パッチコード30および32によって強化されている。

#### 【0015】

図3には、本発明による強化パッチコードを使用しての信号対ノイズ比の強化を示している。点線は、通信周波数にわたる、強化パッチコードから生ずる低下した信号対ノイズ比を示している。エイリアン・クロストークに起因したノイズは、信号よりも大きく減衰されるため、利用可能な帯域幅および信号対ノイズ比の両方が、本発明による強化パッチコードを用いるシステムにおいて改善される。

#### 【0016】

パッチコードおよびその他の通信ケーブルに対し、様々な方法で減衰を導入することができる。損失パッチコードの設計において考慮すべき設計パラメータが2つある。1つのパラメータは、ケーブルに含ませるべき挿入損失の量であり、第2は、ケーブルにおいて持たせるべきエイリアン・クロストークの抑制または感受性の量である。両方のパラメータは、好ましくはあるケーブル設計において対処される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 7 】

誘電損失は、図 4 に示すように、損失導体絶縁 3 6 または 3 8 内に導体 3 4 を設けることにより増加させることができる。また、誘電損失は、以下のような方法を使用することによっても増加させることができる。すなわち、( a ) ケーブル・ジャケットの誘電損失材料、( b ) ケーブル・スプラインの誘電損失材料、および( c ) ワイヤ・ペア・シールド(これは E & M フィールドをそのワイヤ絶縁を通るように集中させる)。

## 【 0 0 1 8 】

導電性のより低いワイヤ(例えば、銅ワイヤではなくアルミニウム・ワイヤ)の使用もまた、導体損失を増加させる。上述のように、導体ワイヤの径を小さくしたりあるいは単位長さ当たりのツイストを大きくすることにより、導体損失を増加させることもできる。ツイスト量を大きくすると、コードの実効長が増し、したがって導体損失が大きくなる。

10

## 【 0 0 1 9 】

また、導体損失は、金属ワイヤにスズめっきすることによっても多くすることができる。ワイヤの外周における低い導電性のコーティングは、導体損失を大きくするが、その理由は、電流密度が(表皮効果により)表面近くに集まりそしてスズめっきされた材料を通してより高い損失を受けることになるからである。ストランドッド・ワイヤの使用もまた、導体損失を増加させ、その再、匹敵するワイヤ・ゲージに対し損失がおよそ 2 0 パーセント増加する。図 5 は、スズめっきおよびストランドッド・ワイヤを用いたケーブル 4 0 の横断面図を示している。図 5 の実施形態においては、ストランドッド銅導体 4 2 は、スズの表皮 4 4 内に設けている。図 6 は、図 5 の細部“ A ”の詳細図である。表皮は、深さ  $d_5$  で設けている。

20

## 【 0 0 2 0 】

また、粗表面のワイヤの使用は、このワイヤを通しての導体損失を増大させることができる。

図 7 a および図 7 b は、クロストーク・ペア間の物理的距離を大きくすることにより、ケーブルの感受性を減少させる技法を示している。第 1 と第 2 のケーブル 4 6 および 4 8 は、接触関係で配置されている。ケーブル・ジャケット材料 5 0 の例えば厚さを図 7 b に示したジャケット 5 2 のように増すと、クロストーク・ペア間の距離は図 7 a に示す  $d_1$  から図 7 b に示す  $d_2$  の大きくなる。1 実施形態によれば、このケーブル・ジャケット材料 5 0 は、発泡ジャケット材料である。また、ケーブル・セパレータを使用することによって、隣り合うケーブル間の分離を増すことができる。

30

## 【 0 0 2 1 】

また、金属シールドリングを使って、信号ケーブル・ペア中へのエイリアン信号の感受性を減少させることができる。図 8 は、導電性シールドの組み込みによりケーブルの感受性を減少させる技法を示す横断面図である。図 8 においては、導電性ペア 5 2 を、導電性シールド 5 4 全体内に設けている。次に、導電性シールド 5 4 は、ジャケット 5 6 内に設けている。図 9 (これは、詳細図を含む) に示すように、別の実施形態においては、全体シールドリング 5 4 の層を、ジャケット材料の第 1 と第 2 の層 5 8 および 6 0 間に設けることができる。

## 【 0 0 2 2 】

図 1 0 は、別の実施形態を示しており、この実施形態では、個々のシールドリング 6 2 は、各々のワイヤ・ペアを取り囲んでいる。

40

図 1 1 には、別の実施形態を示しており、これは、導電性スプライン 6 4 または導電性ペア・セパレータの使用を示しており、これらは、感受性を減少させるのに使用される。

## 【 0 0 2 3 】

別の実施形態においては、ケーブルのその長さに沿ったレイを変更することにより、クロストークを減少させることもできる。ケーブルのレイは、ケーブルのその長さに沿ったツイスティングを指している。この実施形態では、固定のツイスト・ペア長を、ケーブルの長さに沿って設けている。提案された 1 0 G b / s イーサネット近端クロストーク( N E X T ) 仕様を満足する、ケーブルの長さ全体にわたりツイスト・ペア長をもった 4 ペア

50

・ケーブルを提供する、4つまたはそれより多いケーブル・レイ値を選択する。任意の4つまたはそれより多いケーブル・レイ値をランダムに選択し、その選択プロセスは、以下に示す。

【0024】

1. ケーブル・レイ (A, B, C, D, ...) を選択する (それらレイの各々は、10 Gb/s イーサネット NEXT 仕様を満たす)。

2. それら4つのケーブル・レイのうちの任意のものを、ケーブル・レイ・プロセスの間において非復元で選択する。

【0025】

3. その選択したケーブル・レイを、10メートルあるいはこれ未満のケーブルの均一なあるいはランダムな長さにならして設ける。

4. 残りの3つあるいはこれより多いケーブル・レイのうちの任意のものを選択し、ステップ3で説明したようにケーブル構成に適用する。

【0026】

5. このプロセスを、すべてのケーブル・レイを割り当てるまで繰り返す。

図12には、ケーブル長の図を示しており、これでは、ケーブル・レイ遷移間にランダムな距離を用い、また4つの異なるケーブル・レイを使用している。

【0027】

以上、本発明の特定の実施形態および応用について図示し説明したが、理解すべきように、本発明は、ここに開示した構成および組合せそのものに限定されるものではなく、また、添付の特許請求の範囲において定められる本発明の要旨および範囲から逸脱せずに種々の修正、変形、変更が以上の説明から明かである。

【図1】

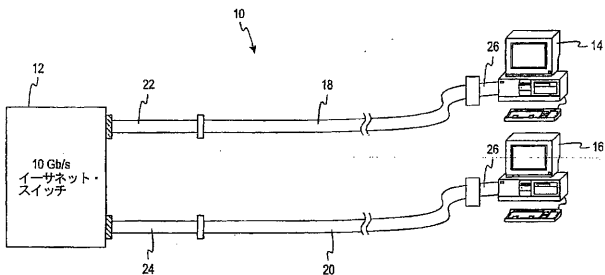


Fig. 1

【図3】

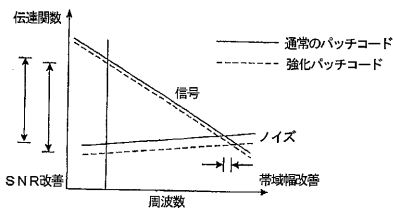


Fig. 3

【図2】

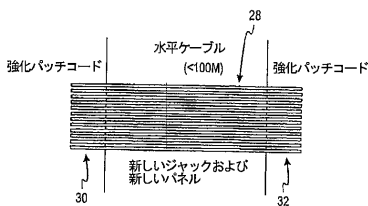


Fig. 2

【図4】

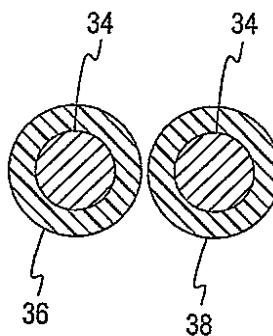


Fig. 4

10

20

【 図 5 】

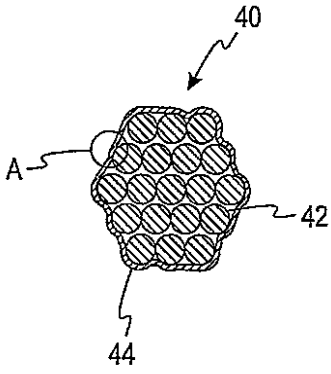


Fig. 5

【 図 6 】

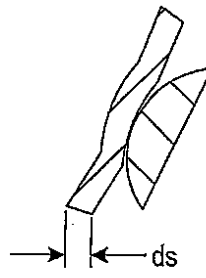


Fig. 6

【 図 7 a 】

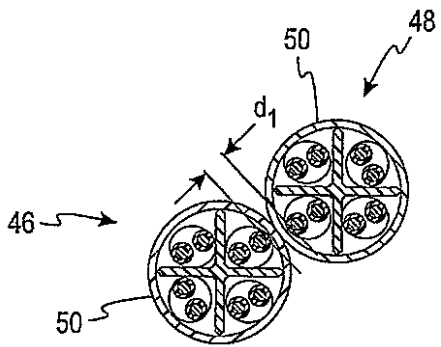


Fig. 7a

【 図 7 b 】

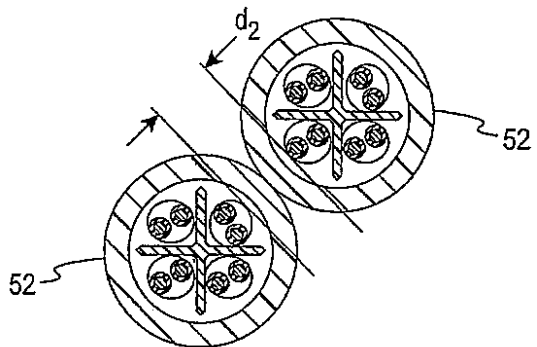


Fig. 7b

【 図 8 】

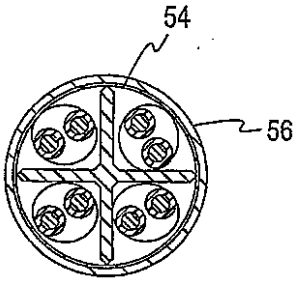


Fig. 8

【 図 9 】

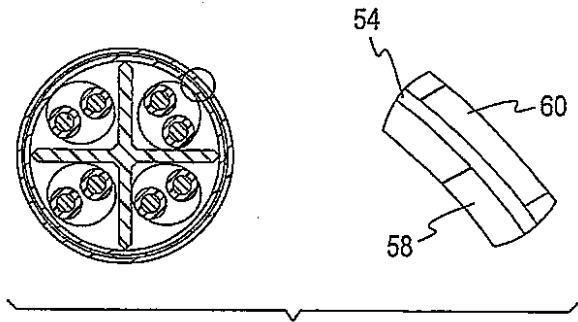


Fig. 9

【 図 10 】

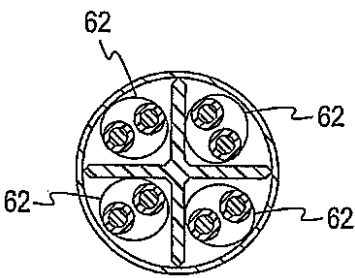


Fig. 10

【 図 12 】

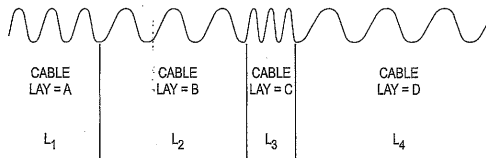


Fig. 12

【 図 11 】

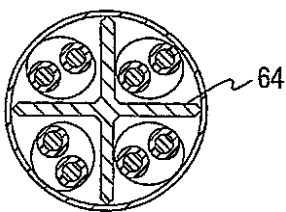


Fig. 11

**【手続補正書】****【提出日】**平成24年4月16日(2012.4.16)**【手続補正1】****【補正対象書類名】**特許請求の範囲**【補正対象項目名】**全文**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【特許請求の範囲】****【請求項1】**

通信ネットワークにおけるエイリアン・クロストークを低減するためのシステムであって、

第1の強化パッチコードを介して第1のネットワーク・デバイスに接続された第1の通信ケーブルであって、該第1強化パッチコードが、前記第1通信ケーブルにおける減衰よりも大きな度合いで、前記第1強化パッチコードを通して伝わる信号を減衰させるように構成された減衰用パッチコードである、前記の第1の通信ケーブルと、

第2の強化パッチコードを介して第2のネットワーク・デバイスに接続された第2の通信ケーブルであって、該第2強化パッチコードが、前記第2通信ケーブルにおける減衰よりも大きな度合いで、前記第2強化パッチコードを通して伝わる信号を減衰させるように構成された減衰用パッチコードである、前記の第2の通信ケーブルと、  
を備えたシステム。

**【請求項2】**

請求項1記載のシステムにおいて、前記第1パッチコードは複数の通信ワイヤを含み、前記第1通信ケーブルは複数の通信ワイヤを含み、前記第1パッチコードの前記通信ワイヤは、前記第1通信ケーブルの前記通信ワイヤよりもより狭いゲージを有する、システム。

**【請求項3】**

通信ネットワークにおけるエイリアン・クロストークを低減するためのシステムであって、

第1の強化パッチコードを介して第1のネットワーク・デバイスに接続された第1の通信ケーブルであって、該第1強化パッチコードが、前記第1通信ケーブルの減衰よりも大きな第1パッチコード減衰を有する第1減衰用パッチコードである、前記の第1の通信ケーブルと、

第2の強化パッチコードを介して第2のネットワーク・デバイスに接続された第2の通信ケーブルであって、該第2強化パッチコードが、前記第2通信ケーブルの減衰よりも大きな第2パッチコード減衰を有する第2減衰用パッチコードである、前記の第2の通信ケーブルと、  
を備え、

前記第1パッチコードは、複数のツイスト通信ワイヤを含み、前記第1通信ケーブルは複数のツイスト通信ワイヤを含み、前記第1パッチコードの減衰は、該第1パッチコードが前記第1通信ケーブルよりも大きな誘電損失を有することによって、前記第1通信ケーブルの減衰よりも大きい、システム。

**【請求項4】**

請求項3記載のシステムにおいて、前記第1パッチコードの誘電損失は、該第1パッチコードが前記第1通信ケーブルのケーブル・ジャケットよりも大きな誘電損失を有する材料で構成されたケーブル・ジャケットを有することによって、前記第1通信ケーブルの誘電損失よりも大きい、システム。

**【請求項5】**

請求項3記載のシステムにおいて、前記第1パッチコードの誘電損失は、該第1パッチコードが前記第1通信ケーブルのケーブル・スプラインよりも大きな誘電損失を有する材料で構成されたケーブル・スプラインを有することによって、前記第1通信ケーブルの誘

電損失よりも大きい、システム。

【請求項 6】

請求項 3 記載のシステムにおいて、前記第 1 パッチコードの誘電損失は、ワイヤ・ペア・シールドの使用によってより大きくした、システム。

【請求項 7】

通信ネットワークにおけるエイリアン・クロストークを低減するためのシステムであって、

第 1 の強化パッチコードを介して第 1 のネットワーク・デバイスに接続された第 1 の通信ケーブルであって、該第 1 強化パッチコードが、前記第 1 通信ケーブルの減衰よりも大きな第 1 パッチコード減衰を有する第 1 減衰用パッチコードである、前記の第 1 の通信ケーブルと、

第 2 の強化パッチコードを介して第 2 のネットワーク・デバイスに接続された第 2 の通信ケーブルであって、該第 2 強化パッチコードが、前記第 2 通信ケーブルの減衰よりも大きな第 2 パッチコード減衰を有する第 2 減衰用パッチコードである、前記の第 2 の通信ケーブルと、

を備え、

前記第 1 パッチコードは、複数の通信ワイヤを含み、前記第 1 通信ケーブルは複数の通信ワイヤを含み、前記第 1 パッチコードの減衰は、該第 1 パッチコードの前記通信ワイヤが前記第 1 通信ケーブルの前記通信ワイヤよりも低い導電性を有することによって、前記第 1 通信ケーブルの減衰よりも大きい、システム。

【請求項 8】

請求項 7 記載のシステムにおいて、前記第 1 パッチコードの前記通信ワイヤの導電性は、該第 1 パッチコードの前記通信ワイヤに前記第 1 通信ケーブルの前記通信ワイヤの金属よりも低い導電性の金属を使用することによって、前記第 1 通信ケーブルの前記通信ワイヤの導電性より小さくした、システム。

【請求項 9】

請求項 7 記載のシステムにおいて、前記第 1 パッチコードの前記通信ワイヤの導電性は、該第 1 パッチコードのワイヤを細くすることによって、前記第 1 通信ケーブルの前記通信ワイヤの導電性より小さくした、システム。

【請求項 10】

通信ケーブルを製造する方法であって、

- a) 有限数の複数の離散的なケーブル・レイ値を選択し、
- b) 前記複数のケーブル・レイ値から第 1 のケーブル・レイ値をランダムに選択し、
- c) 選択した前記第 1 のケーブル・レイ値を前記第 1 の長さのケーブルに適用することによって、第 1 の長さの前記通信ケーブルを構成し、
- d) 前記複数のケーブル・レイ値から第 2 のケーブル・レイ値をランダムに選択し、
- e) 前記第 2 の選択したケーブル・レイ値を第 2 の長さのケーブルに適用することによって、第 2 の長さの前記通信ケーブルを構成し、
- f) 前記複数のケーブル・レイ値を使い果たすまで、前記複数のケーブル・レイ値をランダムに選択し、該ケーブル・レイ値を前記通信ケーブルの長さ部分に適用すること、を含む方法。

【請求項 11】

請求項 10 記載の方法において、前記複数のケーブル・レイ値は、4 つのケーブル・レイ値を含む、方法。

【請求項 12】

請求項 10 記載の方法において、前記第 2 の長さの前記通信ケーブルは、前記第 1 の長さの前記通信ケーブルと同じ長さである、方法。

【請求項 13】

請求項 10 記載の方法において、前記第 2 の長さの前記通信ケーブルは、前記第 1 の長さの前記通信ケーブルとは異なる長さを有し、前記第 1 と第 2 の長さの前記通信ケーブル

の長さは、ランダムに選択した量異なる、方法。

【請求項 14】

請求項 10 記載の方法において、前記複数のケーブル・レイ値を選択することは、前記ケーブル・レイ値をランダムに選択することを含む、方法。

【請求項 15】

請求項 14 記載の方法において、前記複数のケーブル・レイ値の各々は、10 Gb/s イーサネット通信に対する近端クロストーク (NEXT) 要求を満たす、方法。

【請求項 16】

通信ケーブルであって、  
第 1 のケーブル・レイ値を有する第 1 の長さのケーブルと、  
第 2 のケーブル・レイ値を有する第 2 の長さのケーブルと、  
を含み、  
前記第 1 と第 2 のケーブル・レイ値は、互いに異なり、離散的なケーブル・レイ値の有限のリストからランダムに選択される、通信ケーブル。

【請求項 17】

請求項 16 記載の通信ケーブルにおいて、前記第 1 と第 2 のケーブル・レイ値は、10 Gb/s イーサネット通信に対する近端クロストーク (NEXT) 要求を満たす、通信ケーブル。

【請求項 18】

請求項 16 記載の通信ケーブルにおいて、前記第 1 と第 2 の長さのケーブルは同じ長さを有する、通信ケーブル。

【請求項 19】

請求項 16 記載の通信ケーブルにおいて、前記第 2 の長さのケーブルは、前記第 1 の長さのケーブルの長さとはランダムに選択した量異なる長さを有する、通信ケーブル。

【請求項 20】

通信ケーブルであって、  
第 1 のケーブル・レイ値を有する第 1 の長さのケーブルと、  
第 2 のケーブル・レイ値を有する第 2 の長さのケーブルと、  
第 3 のケーブル・レイ値を有する第 3 の長さのケーブルと、  
第 4 のケーブル・レイ値を有する第 4 の長さのケーブルと、  
を含み、  
前記第 1、第 2、第 3 および第 4 のケーブル・レイ値は、互いに異なり、離散的なケーブル・レイ値の有限のリストからランダムに選択される、通信ケーブル。

【請求項 21】

請求項 20 記載の通信ケーブルにおいて、前記第 1、第 2、第 3 および第 4 のケーブル・レイ値は、10 Gb/s イーサネット通信に対する近端クロストーク (NEXT) 要求を満たす、通信ケーブル。

【請求項 22】

請求項 20 記載の通信ケーブルにおいて、前記第 1、第 2、第 3 および第 4 の長さのケーブルは同じ長さを有する、通信ケーブル。

【請求項 23】

請求項 20 記載の通信ケーブルにおいて、前記第 1、第 2、第 3 および第 4 の長さのケーブルは、ランダムな量互いに異なる長さを有する、通信ケーブル。

## フロントページの続き

- (72)発明者 ノーディン, ロナルド・エイ  
アメリカ合衆国イリノイ州60540, ネイパーヴィル, セコイア・ロード 1178
- (72)発明者 ホーキンス, デーヴィッド・アール  
アメリカ合衆国ジョージア州30518, シュガー・ヒル, セレット・コーヴ・ドライブ 885
- (72)発明者 ドーリー, マイケル・ヴィ  
アメリカ合衆国イリノイ州60448, モケーナ, ニューポート・ドライブ 19368
- (72)発明者 ティゾン, ジャック・ディー  
アメリカ合衆国イリノイ州60914, ブルボネイス, ウッドヘヴン 3180
- (72)発明者 ストローデ, アンドリュー・ジェイ  
アメリカ合衆国イリノイ州60423, フランクフォート, カーディナル・レイク・ドライブ 10868
- (72)発明者 ボロウリ - サランサー, マスト  
アメリカ合衆国イリノイ州60462, オーランド・パーク, ブラッシー・ドライブ 15205
- (72)発明者 ハートマン, スコット・アール  
アメリカ合衆国イリノイ州60452, オーク・フォレスト, ブロックトン・レイク 16523
- Fターム(参考) 5G319 EA01 EB02 EB04 EC01

【外国語明細書】

2012190801000001.pdf