

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7697136号
(P7697136)

(45)発行日 令和7年6月23日(2025.6.23)

(24)登録日 令和7年6月13日(2025.6.13)

(51)国際特許分類

FI

H 0 4 B 10/032 (2013.01)

H 0 4 B 10/032

H 0 4 B 10/272 (2013.01)

H 0 4 B 10/272

請求項の数 15 (全26頁)

(21)出願番号	特願2024-505611(P2024-505611)	(73)特許権者	503433420
(86)(22)出願日	令和4年7月18日(2022.7.18)		華為技術有限公司
(65)公表番号	特表2024-528135(P2024-528135 A)		HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.
(43)公表日	令和6年7月26日(2024.7.26)		中華人民共和国 5 1 8 1 2 9 広東省深
(86)国際出願番号	PCT/CN2022/106266		▲チェン▼市龍崗区坂田 華為総部▲ベ
(87)国際公開番号	WO2023/011154		ン▼公樓
(87)国際公開日	令和5年2月9日(2023.2.9)		Huawei Administrat
審査請求日	令和6年3月11日(2024.3.11)		ion Building, Banti
(31)優先権主張番号	202110877150.0		an, Longgang Distri
(32)優先日	令和3年7月31日(2021.7.31)		ct, Shenzhen, Guang
(33)優先権主張国・地域又は機関	中国(CN)	(74)代理人	dong 5 1 8 1 2 9, P. R. C
			hina
			100110364
			弁理士 実広 信哉
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光通信システム、車両、および産業用光ネットワーク

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

光通信システムであって、前記光通信システムは、光源モジュールと、第1キャリアベアラネットワークと、第2キャリアベアラネットワークと、一群の第1ノードと、第1サービスベアラネットワークと、一群の第2ノードと、第2サービスベアラネットワークとを含み、前記第1キャリアベアラネットワークと前記第2キャリアベアラネットワークは、互いにバックアップを提供し、前記第2サービスベアラネットワークと前記第1サービスベアラネットワークは、互いにバックアップを提供し、

前記光源モジュールは、前記第1キャリアベアラネットワークと前記第2キャリアベアラネットワークを通じて前記一群の第1ノードに別々に接続され、前記光源モジュールは、前記第1キャリアベアラネットワークと前記第2キャリアベアラネットワークを通じて前記一群の第1ノードへ光キャリアを別々に送信するように構成され、

前記一群の第1ノードは、前記第1サービスベアラネットワークを通じて前記一群の第2ノードに接続され、それぞれの第1ノードは、サービス光信号を得るために、サービス電気信号に基づいて前記光キャリアを変調し、かつ前記第1サービスベアラネットワークを通じて前記第2ノードのうちの少なくともいずれか1つへ前記サービス光信号を送信するように構成される、光通信システム。

【請求項2】

前記光源モジュールは、互いにバックアップを提供する第1光源と第2光源とを含み、前記第1光源は、前記第1キャリアベアラネットワークを通じて前記一群の第1ノードに

接続され、

前記第2光源は、前記第2キャリアベアラネットワークを通じて前記一群の第1ノードに接続される、請求項1に記載の光通信システム。

【請求項3】

前記第1光源と前記第2光源の両方は、単一波長光源またはワイドスペクトル光源であり、前記光源モジュールは、第1分割器と第2分割器とをさらに含み、

前記第1光源は、前記第1分割器を通じて前記第1キャリアベアラネットワークに接続され、前記第1分割器は、前記第1光源によって提供される光キャリアを分割し、かつ前記第1キャリアベアラネットワークを通じてそれぞれの第1ノードへ分割された光キャリアを別々に送信するように構成され、

10

前記第2光源は、前記第2分割器を通じて前記第2キャリアベアラネットワークに接続され、前記第2分割器は、前記第2光源によって提供される光キャリアを分割し、かつ前記第2キャリアベアラネットワークを通じてそれぞれの第1ノードへ分割された光キャリアを別々に送信するように構成される、請求項2に記載の光通信システム。

【請求項4】

前記第1光源と前記第2光源の両方は、多波長光源であり、

前記第1光源は、前記第1キャリアベアラネットワークに複数の単一波長光キャリアを並行して出力するように構成され、

前記第2光源は、前記第2キャリアベアラネットワークに複数の単一波長光キャリアを並行して出力するように構成される、請求項2に記載の光通信システム。

20

【請求項5】

それぞれの第1ノードは、第1光路結合器と電気光学変調器とを含み、

前記第1光路結合器は、前記第1キャリアベアラネットワーク、前記第2キャリアベアラネットワーク、および前記電気光学変調器に別々に接続され、前記第1光路結合器は、前記第1キャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアと前記第2キャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアを結合し、かつ前記電気光学変調器へ結合された光キャリアを送信するように構成され、

前記電気光学変調器は、前記第1サービスベアラネットワークに接続され、前記電気光学変調器は、サービス光信号を得るために、前記サービス電気信号に基づいて、前記第1光路結合器によって送信される光キャリアを変調し、かつ前記第1サービスベアラネットワークを通じて前記第2ノードのうちの少なくともいずれか1つへ前記サービス光信号を送信するように構成される、請求項1に記載の光通信システム。

30

【請求項6】

前記一群の第1ノードは、前記第2サービスベアラネットワークを通じて前記一群の第2ノードにさらに接続され、それぞれの第1ノードは、前記第2サービスベアラネットワークを通じて前記第2ノードのうちの少なくともいずれか1つへ前記サービス光信号を送信するようにさらに構成される、請求項1に記載の光通信システム。

【請求項7】

それぞれの第1ノードは、第1光路結合器と、電気光学変調器と、光路分離器とを含み、

前記第1光路結合器は、前記第1キャリアベアラネットワーク、前記第2キャリアベアラネットワーク、および前記電気光学変調器に別々に接続され、前記第1光路結合器は、前記第1キャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアと前記第2キャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアを結合し、かつ前記電気光学変調器へ結合された光キャリアを送信するように構成され、

40

前記電気光学変調器は、前記光路分離器に接続され、前記電気光学変調器は、サービス光信号を得るために、前記サービス電気信号に基づいて、前記第1光路結合器によって送信される光キャリアを変調し、かつ前記光路分離器へ前記サービス光信号を送信するように構成され、

前記光路分離器は、前記第1サービスベアラネットワークと前記第2サービスベアラネットワークとに別々にさらに接続され、前記光路分離器は、前記サービス光信号を分離し、

50

かつ前記第1サービスベアラネットワークと前記第2サービスベアラネットワークを通じて前記第2ノードのうちの少なくともいずれか1つへ分離されたサービス光信号を別々に送信するように構成される、請求項6に記載の光通信システム。

【請求項8】

それぞれの第1ノードは、互いにバックアップを提供する第1電気光学変調器と第2電気光学変調器とを含み、

前記第1電気光学変調器は、前記第1キャリアベアラネットワークと前記第1サービスベアラネットワークとに別々に接続され、前記第1電気光学変調器は、サービス光信号を得るために、前記サービス電気信号に基づいて、前記第1キャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアを変調し、かつ前記第1サービスベアラネットワークを通じて前記第2ノードのうちの少なくともいずれか1つへ前記変調されたサービス光信号を送信するように構成され、

前記第2電気光学変調器は、前記第2キャリアベアラネットワークと前記第2サービスベアラネットワークとに別々に接続され、前記第2電気光学変調器は、サービス光信号を得るために、前記サービス電気信号に基づいて、前記第2キャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアを変調し、かつ前記第2サービスベアラネットワークを通じて前記第2ノードのうちの少なくともいずれか1つへ前記変調されたサービス光信号を送信するように構成される、請求項6に記載の光通信システム。

【請求項9】

それぞれの第2ノードは、第2光路結合器と光電受信器とを含み、

前記第2光路結合器は、前記第1サービスベアラネットワーク、前記第2サービスベアラネットワーク、および前記光電受信器に別々に接続され、前記第2光路結合器は、前記第1サービスベアラネットワークによって送信されるサービス光信号と前記第2サービスベアラネットワークによって送信されるサービス光信号を結合し、かつ前記光電受信器へ結合されたサービス光信号を送信するように構成され、

前記光電受信器は、前記第2光路結合器によって送信される前記サービス光信号を復調するように構成される、請求項6に記載の光通信システム。

【請求項10】

それぞれの第2ノードは、互いにバックアップを提供する第1光電受信器と第2光電受信器とを含み、

前記第1光電受信器は、前記第1サービスベアラネットワークに接続され、前記第1光電受信器は、前記第1サービスベアラネットワークによって送信される第1サービス光信号を復調するように構成され、

前記第2光電受信器は、前記第2サービスベアラネットワークに接続され、前記第2光電受信器は、前記第2サービスベアラネットワークによって送信される第2サービス光信号を復調するように構成される、請求項6に記載の光通信システム。

【請求項11】

前記第1サービスベアラネットワークは、スター型ネットワークである、請求項1に記載の光通信システム。

【請求項12】

前記第1サービスベアラネットワークは、第1光導波路と、サービス分配器と、第2光導波路とを含み、

前記第1光導波路と前記第2光導波路の両方は、前記一群の第1ノード、前記一群の第2ノード、および前記サービス分配器に別々に接続され、

前記サービス分配器は、前記第1光導波路を通じて前記一群の第1ノードと前記一群の第2ノードのうちの少なくともいずれか1つのノードからサービス光信号を受信し、前記受信されたサービス光信号を結合し、結合されたサービス光信号を分割し、かつ前記第2光導波路を通じて前記一群の第1ノードと前記一群の第2ノードへ分割されたサービス光信号を別々に送信するように構成される、請求項11に記載の光通信システム。

【請求項13】

前記サービス分配器は、スター型結合器であり、または前記サービス分配器は、アレイ導波路回折格子（AWG）と第3分割器とを含み、前記AWGの一端は、前記第1光導波路に接続され、前記AWGの他端は、前記第3分割器の入力端に接続され、前記第3分割器の出力端は、前記第2光導波路に接続される、請求項12に記載の光通信システム。

【請求項14】

車両であって、前記車両は、車載コントローラと、車載センサと、車載アクチュエータと、請求項1から13のいずれか一項に記載の光通信システムとを含み、

前記車載センサは、前記光通信システム内の第1ノードに接続され、前記第1ノードにサービス電気信号を提供するように構成され、前記車載コントローラは、前記光通信システム内の第2ノードに接続され、前記第2ノードによって送信されるサービス電気信号を受信するように構成され、または

10

前記車載コントローラは、前記光通信システム内の第1ノードに接続され、前記第1ノードにサービス電気信号を提供するように構成され、前記車載アクチュエータは、前記光通信システム内の第2ノードに接続され、前記第2ノードによって送信されるサービス電気信号を受信するように構成される、車両。

【請求項15】

産業用光ネットワークであって、前記産業用光ネットワークは、産業用コントローラと、産業用センサと、産業用アクチュエータと、請求項1から13のいずれか一項に記載の光通信システムとを含み、

前記産業用センサは、前記光通信システム内の第1ノードに接続され、前記第1ノードにサービス電気信号を提供するように構成され、前記産業用コントローラは、前記光通信システム内の第2ノードに接続され、前記第2ノードによって送信されるサービス電気信号を受信するように構成され、または

20

前記産業用コントローラは、前記光通信システム内の第1ノードに接続され、前記第1ノードにサービス電気信号を提供するように構成され、前記産業用アクチュエータは、前記光通信システム内の第2ノードに接続され、前記第2ノードによって送信されるサービス電気信号を受信するように構成される、産業用光ネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本出願は、2021年7月31日に提出された「光通信システム、車両、および産業用光ネットワーク」と題する中国特許出願第202110877150.0号の優先権を主張するものであり、同中国特許出願は、参照によりその全体が本書に組み込まれる。

【0002】

本出願は、光通信分野に関し、特に、光通信システム、車両、および産業用光ネットワークに関する。

【背景技術】

【0003】

従来の技術では、サービスノード間の信号のやり取りが一般的に電気信号を使用して実施される。しかしながら、電気信号の伝送速度は限られており、光信号の伝送速度はより高いため、光通信システムを使用してサービスノード間の信号のやり取りを実施することが研究の焦点となっている。光通信システムの信頼性は重要な研究テーマの1つである。

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本出願は、光通信システム、車両、および産業用光ネットワークを提供する。この光通信システムは信頼性が高い。

【0005】

一態様によると、光通信システムが提供される。本光通信システムは、光源モジュールと、第1キャリアベアラネットワークと、第2キャリアベアラネットワークと、一群の第1

50

ノードと、第1サービスベアラネットワークと、一群の第2ノードとを含む。第1キャリアベアラネットワークと第2キャリアベアラネットワークは、互いにバックアップを提供する。光源モジュールは、第1キャリアベアラネットワークと第2キャリアベアラネットワークを通じて一群の第1ノードに別々に接続されている。光源モジュールは、第1キャリアベアラネットワークと第2キャリアベアラネットワークを通じて一群の第1ノードへ光キャリアを別々に送信するように構成される。一群の第1ノードは、第1サービスベアラネットワークを通じて一群の第2ノードに接続されている。それぞれの第1ノードは、サービス光信号を得るために、サービス電気信号に基づいて、受信された光キャリアを変調し、かつ第1サービスベアラネットワークを通じて第2ノードのうちの少なくともいずれか1つへサービス光信号を送信するように構成される。

10

【0006】

第1キャリアベアラネットワークと第2キャリアベアラネットワークが互いにバックアップを提供するということは、2つのキャリアベアラネットワークが互いに独立しており、同時に動作できることを意味する。相応に、光源モジュールは、2つのキャリアベアラネットワークを通じて光キャリアを同時に送信できる。光源モジュールは2つのキャリアベアラネットワークを通じて一群の第1ノードに接続されるため、いずれか一方のキャリアベアラネットワークが故障しても、他方のキャリアベアラネットワークは光キャリアを送信し続けることができ、それ故、光キャリア送信の信頼性が効果的に向上し、光通信システムの信頼性がさらに向上する。加えて、2つのキャリアベアラネットワークは互いに独立しており、同時に動作できるため、いずれか一方のキャリアベアラネットワークが故障した後に、フェイルオーバは必要ない。これにより、フェイルオーバによって生じる光キャリアの送信中断を回避できる。

20

【0007】

可能な一実装において、光源モジュールは、互いにバックアップを提供する第1光源と第2光源とを含む。第1光源は、第1キャリアベアラネットワークを通じて一群の第1ノードに接続されている。第2光源は、第2キャリアベアラネットワークを通じて一群の第1ノードに接続されている。第1光源と第2光源が互いにバックアップを提供するということは、2つの光源が互いに独立しており、同時に動作できることを意味する。互いにバックアップを提供する2つの光源を設けることにより、光源モジュールの信頼性を効果的に向上させることができる。加えて、2つの光源は同時に動作できるため、いずれか一方の光源が故障した場合に、光切替スイッチを使用して、光キャリアを提供する光源を切り替える必要はない。換言すると、フェイルオーバは必要ない。このようにして、フェイルオーバによって生じる光キャリアの送信中断は回避できる。

30

【0008】

任意に選べることとして、第1光源と第2光源の両方は、単一波長光源またはワイドスペクトル光源であってよい。単一波長光源は、単一の波長を有する光キャリアを提供できる。ワイドスペクトル光源は、帯域幅が閾値より大きい光キャリアを提供できる。換言すると、ワイドスペクトル光源によって提供される光キャリアは広帯域を有する。光源モジュールは、第1分割器と第2分割器とをさらに含む。第1光源は、第1分割器を通じて第1キャリアベアラネットワークに接続されている。第1分割器は、第1光源によって提供される光キャリアを分割し、かつ第1キャリアベアラネットワークを通じてそれぞれの第1ノードへ分割された光キャリアを別々に送信するように構成される。第2光源は、第2分割器を通じて第2キャリアベアラネットワークに接続されている。第2分割器は、第2光源によって提供される光キャリアを分割し、かつ第2キャリアベアラネットワークを通じてそれぞれの第1ノードへ分割された光キャリアを別々に送信するように構成される。

40

【0009】

第1光源と第2光源の両方が単一波長光源である場合は、光キャリア間の干渉を回避するため、2つの光源によって提供される光キャリアの波長は異なる。第1光源と第2光源の両方がワイドスペクトル光源である場合、ワイドスペクトル光源はコヒーレント光源ではないため、2つの光源によって提供される光キャリアの帯域は同じであってよく、または異

50

なっている。単一波長光源、ワイドスペクトル光源、および分割器のコストはいずれも低いため、単一波長光源（またはワイドスペクトル光源）と分割器との組み合わせを使用して複数の第1ノードに光キャリアを提供することで、光源モジュールのコストは効果的に削減できる。

【0010】

任意に選べることとして、第1光源と第2光源の両方は、多波長光源であってよい。第1光源は、第1キャリアベアラネットワークに複数の単一波長光キャリアを並行して出力するように構成される。第1キャリアベアラネットワークは、或る波長を有する光キャリアをそれぞれの第1ノードへ送信できる。第2光源は、第2キャリアベアラネットワークに複数の単一波長光キャリアを並行して出力するように構成される。第2キャリアベアラネットワークは、或る波長を有する光キャリアをそれぞれの第1ノードへ送信できる。光キャリア間の干渉を回避するため、第1キャリアベアラネットワークと第2キャリアベアラネットワークによって同じ第1ノードへ送信される光キャリアの波長は異なる。

10

【0011】

多波長光源は複数の単一波長光キャリアを並行して出力でき、各波長の光キャリアは分割することなく1つの第1ノードへ送信されることができ、第1ノードによって受信される光キャリアのパワーが高いことを保証でき、それ故、光キャリアを変調することによって得られるサービス光信号の送信性能がより良好となることが保証される。

【0012】

任意に選べることとして、それぞれの第1ノードは、第1光路結合器と電気光学変調器を含む。第1光路結合器は、第1キャリアベアラネットワーク、第2キャリアベアラネットワーク、および電気光学変調器に別々に接続されている。第1光路結合器は、第1キャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアと第2キャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアを結合し、かつ電気光学変調器へ結合された光キャリアを送信するように構成される。電気光学変調器は、第1サービスベアラネットワークに接続されている。電気光学変調器は、サービス光信号を得るために、サービス電気信号に基づいて、第1光路結合器によって送信される光キャリアを変調し、かつ第1サービスベアラネットワークを通じて第2ノードのうちの少なくともいずれか1つへサービス光信号を送信するように構成される。

20

【0013】

2つのキャリアベアラネットワークは第1ノードへ光キャリアをそれぞれ送信できるため、2つの光キャリアを結合するために、第1ノードに光路結合器が配置されてよい。第1ノードによって受信される2つの光キャリアの波長または帯域が異なる場合、第1光路結合器は、マルチプレクサまたは光コンバイナであってよい。第1ノードによって受信される2つの光キャリアの帯域が同じである場合、第1光路結合器は、光コンバイナである。

30

【0014】

任意に選べることとして、光通信システムは、第2サービスベアラネットワークをさらに含んでよい。第2サービスベアラネットワークと第1サービスベアラネットワークは、互いにバックアップを提供する。一群の第1ノードは、第2サービスベアラネットワークを通じて一群の第2ノードにさらに接続され、それぞれの第1ノードはさらに、第2サービスベアラネットワークを通じて第2ノードのうちの少なくともいずれか1つへサービス光信号を送信するように構成される。

40

【0015】

第2サービスベアラネットワークと第1サービスベアラネットワークが互いにバックアップを提供するということは、2つのサービスベアラネットワークが互いに独立しており、同時に動作できることを意味する。第1ノードは、2つのサービスベアラネットワークを通じて第2ノードに接続されることができ、いずれか一方のサービスベアラネットワークが故障しても、他方のサービスベアラネットワークがサービス光信号を送信し続けることができ、それ故、サービス光信号送信の信頼性が効果的に向上し、光通信システムの信頼性がさらに向上する。加えて、2つのサービスベアラネットワークは互いに独立して

50

おり、同時に動作できるため、いずれか一方のサービスベアラネットワークが故障した後に、フェイルオーバは必要ない。これにより、フェイルオーバによって生じるサービス光信号の送信中断は回避できる。

【0016】

任意に選べることとして、それぞれの第1ノードは、第1光路結合器と、電気光学変調器と、光路分離器とを含む。第1光路結合器は、第1キャリアベアラネットワーク、第2キャリアベアラネットワーク、および電気光学変調器に別々に接続されている。第1光路結合器は、第1キャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアと第2キャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアを結合し、かつ電気光学変調器へ結合された光キャリアを送信するように構成される。電気光学変調器は、光路分離器に接続されている。電気光学変調器は、サービス光信号を得るために、サービス電気信号に基づいて、第1光路結合器によって送信される光キャリアを変調し、かつ光路分離器へサービス光信号を送信するように構成される。光路分離器は、第1サービスベアラネットワークと第2サービスベアラネットワークとに別々にさらに接続されている。光路分離器は、サービス光信号を分離し、かつ第1サービスベアラネットワークと第2サービスベアラネットワークを通じて第2ノードのうちの少なくともいずれか1つへ分離されたサービス光信号を別々に送信するように構成される。

10

【0017】

第1ノードによって受信される2つの光キャリアの波長または帯域が異なる場合、光路分離器は、デマルチプレクサである。第1ノードによって受信される2つの光キャリアの帯域が同じである場合、光路分離器は分割器である。第1ノードは、第1光路結合器を使用して2つのキャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアを結合し、光路分離器を使用してサービス光信号を分離するので、第1ノードにはただ1つの電気光学変調器が配置されればよい。このようにして、第1ノードのコストが効果的に削減され、光通信システムのコストがさらに削減される。

20

【0018】

任意に選べることとして、それぞれの第1ノードは、互いにバックアップを提供する第1電気光学変調器と第2電気光学変調器とを含む。第1電気光学変調器は、第1キャリアベアラネットワークと第1サービスベアラネットワークとに別々に接続されている。第1電気光学変調器は、サービス光信号を得るために、サービス電気信号に基づいて、第1キャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアを変調し、かつ第1サービスベアラネットワークを通じて第2ノードのうちの少なくともいずれか1つへ変調されたサービス光信号を送信するように構成される。第2電気光学変調器は、第2キャリアベアラネットワークと第2サービスベアラネットワークとに別々に接続されている。第2電気光学変調器は、サービス光信号を得るために、サービス電気信号に基づいて、第2キャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアを変調し、かつ第2サービスベアラネットワークを通じて第2ノードのうちの少なくともいずれか1つへ変調されたサービス光信号を送信するように構成される。第1ノードには2つの電気光学変調器が配置されるので、いずれか一方の電気光学変調器が故障した場合に、他方の電気光学変調器はなお動作し続けることができる。このようにして、第1ノードおよびシステムの信頼性が効果的に向上する。

30

40

【0019】

任意に選べることとして、それぞれの第2ノードは、第2光路結合器と光電受信器とを含む。第2光路結合器は、第1サービスベアラネットワーク、第2サービスベアラネットワーク、および光電受信器に別々に接続されている。第2光路結合器は、第1サービスベアラネットワークによって送信されるサービス光信号と第2サービスベアラネットワークによって送信されるサービス光信号を結合し、かつ光電受信器へ結合されたサービス光信号を送信するように構成される。光電受信器は、第2光路結合器によって送信されるサービス光信号を復調するように構成される。第2ノードによって受信される2つのサービス光信号の波長または帯域が異なる場合、第2光路結合器は、マルチプレクサまたは光コンバイナである。第2ノードによって受信される2つのサービス光信号の帯域が同じである場合、第2

50

光路結合器は光コンバイナである。第2ノードは、第2光路結合器を使用して2つのサービスベアラネットワークによって送信されるサービス光信号を結合するので、第2ノードにはただ1つの光電受信器が配置されればよい。このようにして、第2ノードのコストが効果的に削減され、光通信システムのコストがさらに削減される。

【0020】

任意に選べることとして、それぞれの第2ノードは、互いにバックアップを提供する第1光電受信器と第2光電受信器とを含む。第1光電受信器は、第1サービスベアラネットワークに接続され、第1サービスベアラネットワークによって送信される第1サービス光信号を復調するように構成される。第2光電受信器は、第2サービスベアラネットワークに接続され、第2サービスベアラネットワークによって送信される第2サービス光信号を復調するように構成される。第2ノードには2つの光電受信器が配置されるので、いずれか一方の光電受信器が故障した場合に、他方の光電受信器はなお動作し続けることができる。このようにして、第2ノードおよびシステムの信頼性が効果的に向上する。

【0021】

任意に選べることとして、第1サービスベアラネットワークは、スター型ネットワークであってよい。スター型ネットワークはマルチポイント間通信を実現でき、それ故、ノード間通信の柔軟性と効率が効果的に向上する。加えて、スター型ネットワーク内の単一のノードの障害は、他のノード間の正常な通信に支障をきたさず、スター型ネットワークの信頼性は高い。

【0022】

任意に選べることとして、第1サービスベアラネットワークは、第1光導波路と、サービス分配器と、第2光導波路とを含んでよい。第1光導波路と第2光導波路の両方は、一群の第1ノード、一群の第2ノード、およびサービス分配器に別々に接続されている。サービス分配器は、第1光導波路を通じて一群の第1ノードと一群の第2ノードのうちの少なくともいずれか1つのノードからサービス光信号を受信し、受信されたサービス光信号を結合し、結合されたサービス光信号を分割し、かつ第2光導波路を通じて一群の第1ノードと一群の第2ノードへ分割されたサービス光信号を別々に送信するように構成される。光導波路は、ライトガイドファイバ（すなわち、光ファイバ）であってよい。サービス分配器は、いずれかのノードによって送信されるサービス光信号を光通信システム内の各ノードへブロードキャストできるので、柔軟なマルチポイント間通信を実現できる。

【0023】

任意に選べることとして、サービス分配器はスター型結合器であってよい。スター型結合器の入力端は、第1光導波路に接続され、出力端は、第2光導波路に接続されている。スター型結合器は、スター型結合器の入力端によって受信される少なくとも1チャンネルのサービス光信号を組み合わせ、次いで、組み合わせられたサービス光信号を分割し、第2光導波路を通じて各ノードへ分割されたサービス光信号を送信することができる。

【0024】

あるいは、光源モジュール内の光源が多波長光源である場合、サービス分配器は、アレイ導波路回折格子（arrayed waveguide grating、AWG）と第3分割器とを含んでよい。AWGの一端は、第1光導波路に接続され、AWGの他端は、第3分割器の入力端に接続されている。第3分割器の出力端は、第2光導波路に接続されている。AWGは、少なくとも1チャンネルの受信されたサービス光信号を多重化し、次いで第3分割器へ多重化された信号を送信することができる。第3分割器は、AWGによって送信されるサービス光信号を分割し、次いで第2光導波路を通じて各ノードへ分割されたサービス光信号を送信することができる。

【0025】

別の態様によると、光通信システムが提供される。本光通信システムは、光源モジュールと、第1キャリアベアラネットワークと、一群の第1ノードと、第1サービスベアラネットワークと、第2サービスベアラネットワークと、一群の第2ノードとを含む。第1サービスベアラネットワークと第2サービスベアラネットワークは、互いにバックアップを提供

10

20

30

40

50

する。光源モジュールは、第1キャリアベアラネットワークを通じて一群の第1ノードに接続されている。光源モジュールは、第1キャリアベアラネットワークと第2キャリアベアラネットワークを通じて一群の第1ノードへ光キャリアを送信するように構成される。一群の第1ノードは、第1サービスベアラネットワークと第2サービスベアラネットワークを通じて一群の第2ノードに別々に接続されている。それぞれの第1ノードは、サービス光信号を得るために、サービス電気信号に基づいて、受信された光キャリアを変調し、かつ第1サービスベアラネットワークと第2サービスベアラネットワークを通じて第2ノードのうちの少なくともいずれか1つへサービス光信号を別々に送信するように構成される。

【0026】

第1サービスベアラネットワークと第2サービスベアラネットワークが互いにバックアップを提供するということは、2つのサービスベアラネットワークが互いに独立しており、同時に動作できることを意味する。第1ノードは2つのサービスベアラネットワークを通じて第2ノードへサービス光信号を別々に送信できるので、いずれか一方のサービスベアラネットワークが故障しても、他方のサービスベアラネットワークがサービス光信号を送信し続けることができ、それ故、サービス光信号送信の信頼性が効果的に向上し、光通信システムの信頼性がさらに向上する。加えて、2つのサービスベアラネットワークは互いに独立しており、同時に動作できるため、いずれか一方のサービスベアラネットワークが故障した後に、フェイルオーバは必要ない。これにより、フェイルオーバによって生じるサービス光信号の送信中断は回避できる。

【0027】

さらに別の態様によると、車両が提供される。車両は、車載コントローラと、車載センサと、車載アクチュエータと、前述の態様のいずれか1つによる光通信システムとを含む。車載センサは、光通信システム内の第1ノードに接続され、第1ノードにサービス信号を提供するように構成される。車載コントローラは、光通信システム内の第2ノードに接続され、第2ノードによって送信されるサービス電気信号を受信するように構成される。あるいは、車載コントローラは、光通信システム内の第1ノードに接続され、第1ノードにサービス信号を提供するように構成される。車載アクチュエータは、光通信システム内の第2ノードに接続され、第2ノードによって送信されるサービス電気信号を受信するように構成される。換言すると、光通信システムは、車載センサと車載コントローラとの間で信号のやり取りを実現でき、または車載コントローラと車載アクチュエータとの間で信号のやり取りを実現できる。

【0028】

車両の走行過程において、車載センサと車載コントローラとの通信が遮断されたり、車載コントローラと車載アクチュエータとの通信が遮断されたりすると、深刻な事態を招くおそれがあり、例えば、車両が制御不能になるおそれがある。本出願で提供される車両によって使用される光通信システムの信頼性は高いので、車載部品間の通信遮断の確率は効果的に低減でき、それ故、走行中の車両の信頼性が保証される。

【0029】

さらに別の態様によると、産業用光ネットワークが提供される。産業用光ネットワークは、産業用コントローラと、産業用センサと、産業用アクチュエータと、前述の態様のいずれか1つによる光通信システムとを含む。産業用センサは、光通信システム内の第1ノードに接続され、第1ノードにサービス信号を提供するように構成される。産業用コントローラは、光通信システム内の第2ノードに接続され、第2ノードによって送信されるサービス電気信号を受信するように構成される。あるいは、産業用コントローラは、光通信システム内の第1ノードに接続され、第1ノードにサービス信号を提供するように構成される。産業用アクチュエータは、光通信システム内の第2ノードに接続され、第2ノードによって送信されるサービス電気信号を受信するように構成される。換言すると、光通信システムは、産業用センサと産業用コントローラとの間で信号のやり取りを実現でき、または産業用コントローラと産業用アクチュエータとの間で信号のやり取りを実現できる。本出願で提供される産業用光ネットワークによって使用される光通信システムの信頼性は高いので

10

20

30

40

50

、産業用部品間の通信遮断の確率は効果的に低減でき、それ故、稼動中の産業用光ネットワークの信頼性が保証される。

【0030】

要するに、本出願は、光通信システム、車両、および産業用光ネットワークを提供する。光通信システム内の光源モジュールは2つのキャリアベアラネットワークを通じて一群の第1ノードに別々に接続されることができ、いずれか一方のキャリアベアラネットワークが故障しても、他方のキャリアベアラネットワークは光キャリアを送信し続けることができ、それ故、光キャリア送信の信頼性が効果的に向上し、光通信システムの信頼性がさらに向上する。加えて、2つのキャリアベアラネットワークは互いに独立しており、同時に動作できるため、いずれか一方のキャリアベアラネットワークが故障した後に、フェイルオーバーは必要ない。これにより、フェイルオーバーによって生じる光キャリアの送信中断を回避でき、サービス光信号の送信中断をさらに回避できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本出願の一実施形態による光通信システムの構造の概略図である。

【図2】本出願の一実施形態による光通信システムの部分構造の概略図である。

【図3】本出願の一実施形態による第1ノードの構造の概略図である。

【図4】本出願の一実施形態による第2ノードの構造の概略図である。

【図5】本出願の一実施形態による別の光通信システムの構造の概略図である。

【図6】本出願の一実施形態による第1サービスベアラネットワークの構造の概略図である。

20

【図7】本出願の一実施形態によるスター型結合器の構造の概略図である。

【図8】本出願の一実施形態によるサービス分配器の構造の概略図である。

【図9】本出願の一実施形態による車両の構造の概略図である。

【図10】本出願の一実施形態による産業用光ネットワークの構造の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下、添付の図面を参照しながら本出願の実施形態で提供される光通信システム、車両、および産業用光ネットワークを詳しく説明する。

【0033】

30

図1は、本出願の一実施形態による光通信システムの構造の概略図である。図1に示されているように、光通信システムは、光源モジュール01と、第1キャリアベアラネットワーク02と、第2キャリアベアラネットワーク03と、一群の第1ノード04と、第1サービスベアラネットワーク05と、一群の第2ノード06とを含む。第1キャリアベアラネットワーク02と第2キャリアベアラネットワーク03は、互いにバックアップを提供する。第1キャリアベアラネットワーク02と第2キャリアベアラネットワーク03が互いにバックアップを提供するということは、2つのキャリアベアラネットワークが互いに独立しており、同時に動作できることを意味する。換言すると、2つのキャリアベアラネットワークは、互いにホットバックアップを提供する。光源モジュール01は、光キャリアを提供するように構成された部品であり、光源モジュールや光源アセンブリなどと呼ばれることもある。

40

【0034】

図1を参照されたい。光源モジュール01は、第1キャリアベアラネットワーク02と第2キャリアベアラネットワーク03を通じて一群の第1ノード04に別々に接続されている。光源モジュール01は、第1キャリアベアラネットワーク02と第2キャリアベアラネットワーク03を通じて一群の第1ノード04へ光キャリアを別々に送信するように構成される。第1キャリアベアラネットワーク02と第2キャリアベアラネットワーク03は同時に動作できるので、光源モジュール01は、2つのキャリアベアラネットワークを通じて同時に光キャリアを送信できる。

【0035】

一群の第1ノード04は、第1サービスベアラネットワーク05を通じて一群の第2ノード0

50

6に接続されている。それぞれの第1ノード04は、サービス光信号を得るために、サービス電気信号に基づいて、光キャリアを変調し、かつ第1サービスベアラネットワーク05を通じて第2ノード06のうちの少なくともいずれか1つへサービス光信号を送信するように構成される。

【0036】

それぞれの第1ノード04は、送信器(transmitter、TX)モジュールを含む。TXモジュールは、サービス光信号を得るために、サービス電気信号を光キャリアに変調できる。それぞれの第2ノード06は、受信器(receiver、RX)モジュールを含む。RXモジュールは、サービス電気信号を復元するために、受信したサービス光信号を復調できる。第1ノード04は信号送信ノードと呼ばれることもあり、第2ノード06は信号受信ノードと呼ばれることもある。

【0037】

一群の第1ノード04が複数の第1ノード04を指し、一群の第2ノード06が複数の第2ノード06を指すことを理解されたい。加えて、光通信システムに含まれる第1ノード04の数と第2ノード06の数は、同じであってよく、または異なってもよい。それぞれの第1ノード04は、第1サービスベアラネットワーク05を通じて第2ノード06のうちの少なくともいずれか1つに接続され、第2ノード06のうちの少なくともいずれか1つへサービス光信号を送信できる。例えば、図1を参照されたい。それぞれの第1ノード04は、一群の第2ノード06に接続され、一群の第2ノード06へサービス光信号を送信できる。

【0038】

第1キャリアベアラネットワーク02と第2キャリアベアラネットワーク03における各キャリアベアラネットワークは、複数の光導波路を含む。それぞれの光導波路は、光源モジュール01を第1ノード04に接続するように構成される。例えば、光通信システムがN個の第1ノード04を含み、Nが1より大きい整数であると仮定すると、第1キャリアベアラネットワーク02と第2キャリアベアラネットワーク03の両方は、N個の光導波路を含み得る。同様に、第1サービスベアラネットワーク05も複数の光導波路を含む。それぞれの光導波路は、第1ノード04を第2ノード06に接続するように構成される。

【0039】

任意に選べることとして、光導波路は光ファイバであってよい。加えて、第1キャリアベアラネットワーク02、第2キャリアベアラネットワーク03、および第1サービスベアラネットワーク05の各々に含まれる複数の光ファイバは、ベアラネットワークのメンテナンスを容易にするために、クラスタリング方式で配線されてよい。光ファイバは、石英光ファイバであってよく、またはポリマーなどの別の材料からなる光ファイバであってもよい。本出願の本実施形態において、ベアラネットワーク内の光ファイバの材料は限定されず、光ファイバが光信号を送信できることが保証されさえすればよい。

【0040】

本出願の本実施形態による光通信システムでは、光源モジュールが複数の第1ノードに光キャリアを提供できるので、光通信システム内に配置する必要がある光源モジュールの数を効果的に削減でき、それ故、光通信システムのコストが削減され、光源モジュールのメンテナンスおよび交換が容易になる。加えて、光源モジュールは2つのキャリアベアラネットワークを通じて一群の第1ノードに別々に接続されることができ、いずれか一方のキャリアベアラネットワークが故障しても、他方のキャリアベアラネットワークは光キャリアを送信し続けることができ、それ故、光キャリア送信の信頼性が効果的に向上し、光通信システムの信頼性がさらに向上する。

【0041】

加えて、2つのキャリアベアラネットワークは互いに独立しており、同時に動作できるため、いずれか一方のキャリアベアラネットワークが故障した後に、第1ノードは、他方のキャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアに基づいてサービス光信号を生成し続け、サービス光信号を送信することができる。上述のプロセスでは、光キャリアを送信するために使用されるキャリアベアラネットワークを切り替える必要がない。換

10

20

30

40

50

言すると、フェイルオーバは必要ない。これにより、フェイルオーバによって生じる光キャリアの送信中断を回避でき、サービス光信号の送信中断をさらに回避できる。このようにして、いずれか一方のキャリアベアラネットワークで障害が発生したときに、第1ノードと第2ノードが引き続き正常な通信状態を維持することを保証できる。

【0042】

本出願の本実施形態による光通信システムは、遠隔通信ネットワーク（例えば、パッシブ光アクセスネットワーク）、車両、または産業用光ネットワークで利用できる。光通信システムが遠隔通信ネットワークで利用される場合、光通信システム内のノードは、光回線端末（optical line terminal、OLT）や光ネットワークユニット（optical network unit、ONU）などであってよい。光通信システムが車両で利用される場合、光通信システム内のノードは、車載センサ、車載アクチュエータ、または車載コントローラに接続された車両インターフェースユニット（vehicle interface unit、VIU）であってよい。VIUは、車載通信光ボックスと呼ばれることもある。光通信システムが産業用光ネットワークで利用される場合、光通信システム内のノードは、産業用センサ、産業用アクチュエータ、または産業用コントローラに接続された産業用インターフェースユニットであってよい。産業用インターフェースユニットは、産業用通信光ボックスと呼ばれることもある。

【0043】

車両や産業用光ネットワークなどの適用シナリオでノード間の通信中断が重大な結果を引き起こし、例えば、自動運転車を制御不能にしたり、産業用アクチュエータ（例えば、メカニカルアーム）を制御不能にしたりする可能性があることは理解されよう。したがって、前述の適用シナリオは、ノード間通信の信頼性に対し高い要件を有する。本願の本実施形態による解決策は、キャリアベアラネットワークの障害によって生じるノード間の通信中断の確率を効果的に低減できるので、この解決策は、通信の信頼性に対して高い要件が求められる前述の適用シナリオに適用できる。図2は、本出願の一実施形態による光通信システムの部分構造の概略図である。図2に示されているように、光源モジュール01は、互いにバックアップを提供する第1光源011と第2光源012とを含んでよい。第1光源011と第2光源012が互いにバックアップを提供するということは、2つの光源が互いに独立しており、同時に動作できることを意味する。

【0044】

第1光源011は、第1キャリアベアラネットワーク02を通じて一群の第1ノード04に接続され、第1キャリアベアラネットワーク02を通じて一群の第1ノード04に光キャリアを提供するように構成される。第2光源012は、第2キャリアベアラネットワーク03を通じて一群の第1ノード04に接続され、第2キャリアベアラネットワーク03を通じて一群の第1ノード04に光キャリアを提供するように構成される。

【0045】

光源は消費電力が大きいアクティブな発光部品であるため、光源の動作性能は環境の影響を受けやすく、変動する。したがって、光源モジュールにはアクティブ／スタンバイモードで動作する2つの光源が設けられ、それ故、光源モジュールの信頼性が効果的に向上し、光通信システムの信頼性がさらに向上する。加えて、2つの光源は同時に動作でき、別々のキャリアベアラネットワークを通じて第1ノードに接続されるため、いずれか一方の光源が故障した後は、他方の光源が第1ノードに光キャリアをさらに提供し続けることができる。上記のプロセスでは、光変換スイッチを使用して、光キャリアを提供するために使用される光源を切り替える必要はない。換言すると、フェイルオーバは必要ない。これにより、フェイルオーバによって生じる光キャリアの送信中断を回避でき、サービス光信号の送信中断をさらに回避できる。このようにして、いずれか一方の光源が故障しているときに、第1ノードと第2ノードが引き続き正常な通信状態を維持することを保証できる。

【0046】

任意に選べることとして、第1光源011と第2光源012の両方は、単一波長光源、ワイドスペクトル光源、または多波長光源であってよい。単一波長光源は、単一の波長を有する

光キャリアを提供できる。ワイドスペクトル光源は、帯域幅が閾値より大きい光キャリアを提供できる。換言すると、ワイドスペクトル光源によって提供される光キャリアは広帯域を有する。多波長光源は、複数の単一波長光キャリアを並行して出力できる。

【0047】

以下では、第1光源011と第2光源012の両方が単一波長光源である一例を用いて本出願の本実施形態による光通信システムを説明する。光キャリア間の干渉を回避するため、第1光源011と第2光源012とによって提供される光キャリアの波長は異なる。

【0048】

図2を参照されたい。光源モジュール01は、第1分割器013と第2分割器014とをさらに含む。第1光源011は、第1分割器013を通じて第1キャリアベアラネットワーク02に接続されている。第1分割器013は、第1光源011によって提供される光キャリアを分割し、かつ第1キャリアベアラネットワーク02を通じてそれぞれの第1ノード04へ分割された光キャリアを別々に送信するように構成される。第2光源012は、第2分割器014を通じて第2キャリアベアラネットワーク03に接続されている。第2分割器014は、第2光源012によって提供される光キャリアを分割し、かつ第2キャリアベアラネットワーク03を通じてそれぞれの第1ノード04へ分割された光キャリアを別々に送信するように構成される。

【0049】

第1分割器013と第2分割器014の両方は、それぞれの第1ノード04によって必要とされる光キャリアの光パワーに基づいて、受信した光キャリアを均等または不均等に分割できる。例えば、光通信システムがN個の第1ノード04を含み、N個の第1ノード04によって必要とされる光キャリアの光パワーが等しいと仮定すると、第1分割器013と第2分割器014の両方は、受信した光キャリアを等しい光パワーを有するN個の光キャリアに均等に分割できる。N個の光キャリアは、キャリアベアラネットワークを通じてN個の第1ノード04へ別々に送信され得る。

【0050】

分割器はパッシブな部品であり、分割器のコストは低く、単一波長光源とワイドスペクトル光源のコストも低い。したがって、単一波長光源と分割器との組み合わせを使用して複数の第1ノードに光キャリアを提供することで、光源モジュールのコストは効果的に削減できる。

【0051】

任意に選べることとして、図1に示されているように、光通信システムは、第2サービスベアラネットワーク07をさらに含んでよい。第2サービスベアラネットワーク07と第1サービスベアラネットワーク05は、互いにバックアップを提供する。第2サービスベアラネットワーク07と第1サービスベアラネットワーク05が互いにバックアップを提供するということは、2つのサービスベアラネットワークが互いに独立しており、同時に動作できることを意味する。換言すると、2つのサービスベアラネットワークは、互いにホットバックアップを提供する。一群の第1ノード04は、第2サービスベアラネットワーク07を通じて一群の第2ノード06にさらに接続される。それぞれの第1ノード04は、第2サービスベアラネットワーク07を通じて第2ノード06のうちの少なくともいずれか1つへサービス光信号を送信するようにさらに構成される。

【0052】

第1ノードは、互いにバックアップを提供する2つのサービスベアラネットワークを通じて第2ノードに接続されることができ、いずれか一方のサービスベアラネットワークが故障した場合に、第1ノードは他方のサービスベアラネットワークを通じてサービス光信号をさらに送信し続けることができる。加えて、前述のプロセスでは、サービス光信号を送信するために使用されるサービスベアラネットワークを切り替える必要はない。換言すると、フェイルオーバーは必要ない。これにより、フェイルオーバーによって生じるサービス光信号の送信中断は回避できる。このようにして、いずれか一方のサービスベアラネットワークで障害が発生した場合には、第1ノードと第2ノードが引き続き正常な通信状態を維持することを保証できる。

【0053】

光通信システムが互いにバックアップを提供する2つのサービスベアラネットワークを含むシナリオの場合には、任意選択の一実装として、図3に示されているように、それぞれの第1ノード04内のTXモジュールが、第1光路結合器041と、電気光学変調器042と、光路分離器043とを含んでもよい。

【0054】

第1光路結合器041は、第1キャリアベアラネットワーク02、第2キャリアベアラネットワーク03、および電気光学変調器042に別々に接続されている。第1光路結合器041は、第1キャリアベアラネットワーク02によって送信される光キャリアと第2キャリアベアラネットワーク03によって送信される光キャリアを結合し、かつ結合された光キャリアを電気光学変調器042へ送信するように構成される。

10

【0055】

電気光学変調器042は、光路分離器043に接続されている。電気光学変調器042は、サービス光信号を得るために、サービス電気信号に基づいて、第1光路結合器041によって送信される光キャリアを変調し、かつそのサービス光信号を光路分離器043へ送信するように構成される。

【0056】

光路分離器043は、第1サービスベアラネットワーク05と第2サービスベアラネットワーク07に別々にさらに接続されている。光路分離器043は、サービス光信号を分離し、第1サービスベアラネットワーク05と第2サービスベアラネットワーク07を通じて第2ノード06のうちの少なくともいずれか1つへ分離されたサービス光信号を送信するように構成される。

20

【0057】

第1光路結合器041は、マルチプレクサまたは光コンバイナであり、光路分離器043はデマルチプレクサである。マルチプレクサは、異なる波長を有する光信号を多重化できる部品である。光コンバイナは、（同じまたは異なる波長または帯域を有する）複数のチャネルの光信号の光パワーを重ね合わせることができる部品である。デマルチプレクサは、異なる波長を有する光信号を切り離すことができる部品である。

【0058】

この実装では、第1ノード04が第1光路結合器041を使用して2つのキャリアベアラネットワークによって送信される光キャリアを結合し、光路分離器043を使用してサービス光信号を分離するので、第1ノード04にはただ1つの電気光学変調器042が配置されればよい。加えて、第1光路結合器041と光路分離器043はいずれもパッシブな部品であり、コストが低いため、この実装は、第1ノード04のコストを効果的に削減し、光通信システムのコストをさらに削減できる。

30

【0059】

別の任意選択の一実装として、それぞれの第1ノード04内のTXモジュールは、互いにバックアップを提供する第1電気光学変調器と第2電気光学変調器とを含んでもよい。第1電気光学変調器は、第1キャリアベアラネットワーク02と第1サービスベアラネットワーク05に別々に接続される。第1電気光学変調器は、サービス光信号を得るために、サービス電気信号に基づいて、第1キャリアベアラネットワーク02によって送信される光キャリアを変調し、かつ第1サービスベアラネットワーク05を通じて第2ノード06のうちの少なくともいずれか1つへサービス光信号を送信するように構成される。第2電気光学変調器042は、第2キャリアベアラネットワーク03と第2サービスベアラネットワーク07に別々に接続される。第2電気光学変調器042は、サービス光信号を得るために、サービス電気信号に基づいて、第2キャリアベアラネットワーク03によって送信される光キャリアを変調し、かつ第2サービスベアラネットワーク07を通じて第2ノード06のうちの少なくともいずれか1つへサービス光信号を送信するように構成される。

40

【0060】

本実装では、第1ノードが2つの電気光学変調器を使用して2つのキャリアベアラネット

50

ワークによって送信される光キャリアを別々に変調するので、いずれか一方の電気光学変調器が故障しているときには、他方の電気光学変調器が第2ノードへサービス光信号をさらに送信し続けることができる。このようにして、動作中の第1ノード04の信頼性が効果的に向上し、光通信システムの信頼性がさらに向上する。加えて、電気光学変調器がそれぞれ異なる波長を有する光キャリアを変調するときの理想的な動作点はそれぞれ異なるため、2つの電気光学変調器を使用することによって、それぞれの電気光学変調器が電気光学変調器の理想的な動作点の近くで動作して或る波長を有する光キャリアを変調することを保証でき、それ故、電気光学変調器の高い変調性能が保証される。

【0061】

光通信システムが互いにバックアップを提供する2つのサービスベアラネットワークを含むシナリオの場合には、任意選択の一実装として、図4に示されているように、それぞれの第2ノード06内のRXモジュールが、第2光路結合器061と光電受信器062とを含んでもよい。

【0062】

第2光路結合器061は、第1サービスベアラネットワーク05、第2サービスベアラネットワーク07、および光電受信器062に別々に接続されている。第2光路結合器061は、第1サービスベアラネットワーク05によって送信されるサービス光信号と第2サービスベアラネットワーク07によって送信されるサービス光信号を結合し、かつ結合されたサービス光信号を光電受信器062へ送信するように構成される。光電受信器062は、第2光路結合器061によって送信されるサービス光信号を復調するように構成される。第2光路結合器061は、マルチプレクサまたは光コンバイナであってよい。

【0063】

この実装では、第2ノードが第2光路結合器を使用して2つのサービスベアラネットワークによって送信されるサービス光信号を結合するので、第2ノードにはただ1つの光電受信器が配置されればよい。このようにして、第2ノードのコストが効果的に削減され、光通信システムのコストがさらに削減される。加えて、第2光路結合器はパッシブな部品であり、コストが低いため、本実装は、第2ノードのコストを効果的に削減し、光通信システムのコストをさらに削減することができる。

【0064】

別の任意選択の一実装として、それぞれの第2ノード06内のRXモジュールは、互いにバックアップを提供する第1光電受信器と第2光電受信器とを含んでもよい。第1光電受信器は、第1サービスベアラネットワーク05に接続される。第1光電受信器は、第1サービスベアラネットワーク05によって送信される第1サービス光信号を復調するように構成される。第2光電受信器は、第2サービスベアラネットワーク07に接続される。第2光電受信器は、第2サービスベアラネットワーク07によって送信される第2サービス光信号を復調するように構成される。

【0065】

本実装では、第2ノードが2つの光電受信器を使用して2つのサービスベアラネットワークによって送信されるサービス光信号を別々に復調するので、いずれか一方の光電受信器が故障しているときには、他方の光電受信器がサービス光信号をさらに受信し復調し続けることができる。このようにして、第2ノードの信頼性が効果的に向上し、光通信システムの信頼性がさらに向上する。加えて、光電受信器がそれぞれ異なる波長を有するサービス光信号を復調するときの理想的な動作点はそれぞれ異なるため、2つの光電受信器を使用することによって、それぞれの光電受信器が光電受信器の理想的な動作点の近くで動作して或る波長を有するサービス光信号を変調することを保証でき、それ故、光電受信器の高い復調性能が保証される。

【0066】

光通信システムが第2サービスベアラネットワーク07を含まない場合には、それぞれの第2ノード06に第2光路結合器061を配置する必要はなく、互いにバックアップを提供する2つの光電受信器を配置する必要がないことは理解されよう。換言すると、第2ノード0

10

20

30

40

50

6にはただ1つの光電受信器が配置されればよい。

【0067】

光通信システムが第2サービスベアラネットワーク07を含まないシナリオの場合には、可能な一例として、それぞれの第1ノード04内のTXモジュールは、第1光路結合器041と電気光学変調器042とを含んでよい。電気光学変調器042は、第1サービスベアラネットワーク05に直接接続され、サービス光信号を得るために、サービス電気信号に基づいて、第1光路結合器041によって送信される光キャリアを変調し、かつ第1サービスベアラネットワーク05を通じて第2ノード06のうちの少なくともいずれか1つへサービス光信号を送信するように構成される。換言すると、第1ノード04に光路分離器043が配置される必要はない。

10

【0068】

別の可能な例として、それぞれの第1ノード04内のTXモジュールは、第1電気光学変調器と、第2電気光学変調器と、第3光路結合器を含んでもよい。第3光路結合器は、2つの電気光学変調器と第1サービスベアラネットワーク05に別々に接続され、2つの電気光学変調器によって生成されるサービス光信号を結合し、かつ第1サービスベアラネットワーク05を通じて第2ノード06のうちの少なくともいずれか1つへ結合されたサービス光信号を送信するように構成される。第3光路結合器は、マルチプレクサまたは光コンバイナであってよい。

【0069】

上記は、第1ノード04が信号送信ノードであり、第2ノード06が信号受信ノードである一例を用いて説明されている。図3に示されているようなTXモジュールが第2ノード06に配置されてもよく、図4に示されているようなRXモジュールが第1ノード04に配置されてもよいことを理解されたい。相応に、第2ノード06が信号送信ノードとして機能して第1ノード04へサービス光信号を送信してもよく、第1ノード04が信号受信ノードとして機能してサービス光信号を受信し復調してもよい。加えて、第2ノード06に光キャリアを提供する光源モジュールは、光源モジュール01であってよく、または光源モジュール01とは独立した別の光源モジュールであってもよい。

20

【0070】

例えば、図5に示されているように、光源モジュール01は、第1キャリアベアラネットワーク02と第2キャリアベアラネットワーク03を通じて第2ノード06内のTXモジュールに光キャリアを別々にさらに提供できる。第2ノード06のTXモジュールは、第1サービスベアラネットワーク05と第2サービスベアラネットワーク07を通じて第1ノード04のRXモジュールへサービス光信号を別々にさらに送信できる。

30

【0071】

任意に選べることとして、図6に示されているように、第1サービスベアラネットワーク05はスター型ネットワークであってよい。スター型ネットワークは、一群の第1ノード04内と一群の第2ノード06内のいずれか2つのノード間の通信を実現できる。相応に、図6を参照されたい。光通信システム内の各ノードは、TXモジュールとRXモジュールを含んでよい。換言すると、各ノードは、信号送信機能と信号受信機能とを有する。

【0072】

スター型ネットワークはマルチポイント間（multipoint-to-multipoint、MP2MP）通信を実現でき、それ故、ノード間通信の柔軟性と効率が効果的に向上する。加えて、スター型ネットワーク内の単一のノードの障害は、他のノード間の正常な通信に支障をきたさず、スター型ネットワーク内のノード間通信の信頼性は高い。

40

【0073】

引き続き図6を参照されたい。第1サービスベアラネットワーク05は、第1光導波路051と、サービス分配器052と、第2光導波路053とを含んでよい。第1光導波路051と第2光導波路053いずれも、一群の第1ノード04と、一群の第2ノード06と、サービス分配器052とに別々に接続されている。第1光導波路051は各ノード内のTXモジュールに別々に接続され、第2光導波路053は各ノード内のRXモジュールに別々に接続されている。サービ

50

ス分配器052は、第1光導波路051を通じて一群の第1ノード04と一群の第2ノード06のうちの少なくともいずれか1つのノードからサービス光信号を受信し、受信されたサービス光信号を結合し、結合されたサービス光信号を分割し、かつ第2光導波路053を通じて一群の第1ノード04と一群の第2ノード06へ分割されたサービス光信号を別々に送信するように構成される。

【0074】

任意に選べることとして、サービス分配器052はスター型結合器であってよい。図7に示されているように、スター型結合器の入力端は、第1光導波路051に接続され、出力端は、第2光導波路053に接続されている。スター型結合器は、スター型結合器の入力端によって受信される少なくとも1チャンネルのサービス光信号を組み合わせ（換言すると、少なくとも1チャンネルのサービス光信号のパワーを重ね合わせ）、組み合わせられたサービス光信号を均等または不均等に分割し、第2光導波路053を通じて各ノードへ分割されたサービス光信号を送信することができる。換言すると、サービス分配器052は、ブロードキャストによってサービス光信号を送信できる。

【0075】

例えば、光通信システムが合計M（Mは1より大きい整数）個のノードを含むと仮定すると、スター型結合器は、受信されたMチャンネルのサービス光信号を組み合わせ、次いで、組み合わせられたサービス光信号を等しいパワーを有するMチャンネルのサービス光信号に均等に分け、第2光導波路053を通じてM個のノードへMチャンネルのサービス光信号を送信することができる。

【0076】

サービス光信号を受信するノードがサービス光信号の送信元のノードを特定できるようにするため、サービス光信号を送信するノードは、符号分割多元接続（code division multiple access、CDMA）や周波数分割多元接続（frequency division multiple access、FDMA）などの技術を用いてサービス光信号を生成できる。サービス光信号を受信するノードは、サービス光信号が復調される必要があるかどうかを判断するために、サービス光信号内のコードワードまたはサブキャリアの周波数に基づいて、サービス光信号の送信ノードを特定できる。例えば、或るノードが、当該ノードによって受信されたサービス光信号が当該ノードによって送信されたサービス光信号であると特定する場合、そのサービス光信号は復調される必要がない。

【0077】

第1サービスベアラネットワーク05のトポロジタイプが、スター型トポロジであってよく、または別のトポロジタイプであってもよいことは理解されよう。例えば、第1サービスベアラネットワーク05のトポロジタイプはリングであってもよい。

【0078】

光通信システムが第2サービスベアラネットワーク07をさらに含む場合に、第2サービスベアラネットワーク07の構造が、第1サービスベアラネットワーク05の構造と同じであることもさらに理解されよう。例えば、2つのサービスベアラネットワークが両方ともスター型ネットワークであると仮定すると、光通信システム内の各ノードのTXモジュールは、2つのサービスベアラネットワーク内の第1光導波路051に別々に接続されてよく、各ノード内のRXモジュールは、2つのサービスベアラネットワーク内の第2光導波路053に別々に接続されてよい。以下では、第1光源011と第2光源012の両方がワイドスペクトル光源である一例を用いて本出願の本実施形態による光通信システムを説明する。ワイドスペクトル光源は、発光ダイオード（light-emitting diode、LED）やスーパーluminescent diode（superluminescent diode、SLD）などであってよい。ワイドスペクトル光源はコヒーレント光源ではないため、第1光源011と第2光源012によって提供される光キャリアの帯域は同じであってよく、または異なってもよい。

【0079】

図2を参照されたい。光源モジュール01は、第1分割器013と第2分割器014をさらに含む。第1分割器013と第2分割器014の接続および動作原理については、前述の単一波長光

10

20

30

40

50

源の実施形態の関連説明を参照されたい。ここでは詳細を再度説明しない。

【0080】

任意に選べることとして、図1および図2に示されているように、本出願の本実施形態による光通信システムは、第1サービスベアラネットワーク05と互いにバックアップを提供しあう第2サービスベアラネットワーク07をさらに含んでもよい。第2サービスベアラネットワーク07の接続および動作原理については、前述の単一波長光源の実施形態の関連説明を参照されたい。ここでは詳細を再度説明しない。

【0081】

光通信システムが互いにバックアップを提供する2つのサービスベアラネットワークを含むシナリオの場合には、任意選択の一実装として、図3に示されているように、それぞれの第1ノード04内のTXモジュールが、第1光路結合器041と、電気光学変調器042と、光路分離器043とを含んでもよい。第1光路結合器041、電気光学変調器042、および光路分離器043の接続および動作原理については、前述の単一波長光源の実施形態の関連説明を参照されたい。ここでは詳細を再度説明しない。

10

【0082】

第1光源011と第2光源012とによって提供される光キャリアの帯域が異なる場合は、第1光路結合器041がマルチプレクサまたは光コンバイナであり、光路分離器043がデマルチプレクサであることを理解されたい。第1光源011と第2光源012とによって提供される光キャリアの帯域が同じである場合、第1光路結合器041は光コンバイナであり、光路分離器043は分割器である。

20

【0083】

別の任意選択の一実装として、それぞれの第1ノード04内のTXモジュールは、互いにバックアップを提供する第1電気光学変調器と第2電気光学変調器とを含んでもよい。2つの電気光学変調器の接続および動作原理については、前述の単一波長光源の実施形態の関連説明を参照されたい。ここでは詳細を再度説明しない。

【0084】

光通信システムが互いにバックアップを提供する2つのサービスベアラネットワークを含むシナリオの場合には、任意選択の一実装として、図4に示されているように、それぞれの第2ノード06内のRXモジュールが、第2光路結合器061と光電受信器062とを含んでもよい。第2光路結合器061と光電受信器062の接続および動作原理については、前述の単一波長光源の実施形態の関連説明を参照されたい。ここでは詳細を再度説明しない。

30

【0085】

第1光源011と第2光源012とによって提供される光キャリアの帯域が異なる場合は、第2光路結合器061がマルチプレクサまたは光コンバイナであることを理解されたい。第1光源011と第2光源012とによって提供される光キャリアの帯域が同じである場合、第2光路結合器061は光コンバイナである。

【0086】

別の任意選択の一実装として、それぞれの第2ノード06内のRXモジュールは、互いにバックアップを提供する第1光電受信器と第2光電受信器とを含んでもよい。2つの光電受信器の接続および動作原理については、前述の単一波長光源の実施形態の関連説明を参照されたい。ここでは詳細を再度説明しない。

40

【0087】

任意に選べることとして、図6に示されているように、第1サービスベアラネットワーク05はスター型ネットワークであってよい。このスター型ネットワークは、第1光導波路051と、サービス分配器052と、第2光導波路053とを含む。サービス分配器052は、スター型結合器であってよい。第1光導波路051、サービス分配器052、および第2光導波路053の構造および動作原理については、前述の単一波長光源の実施形態の関連説明を参照されたい。ここでは詳細を再度説明しない。以下では、第1光源011と第2光源012の両方が多波長光源である一例を用いて本出願の本実施形態による光通信システムを説明する。

【0088】

50

光源モジュール01内の第1光源011は、第1キャリアベアラネットワーク02に直接接続され、第1キャリアベアラネットワーク02に複数の単一波長光キャリアを並行して出力できる。第1キャリアベアラネットワーク02は、或る波長を有する光キャリアをそれぞれの第1ノード04へ送信できる。第2光源012は、第2キャリアベアラネットワーク03に直接接続され、第2キャリアベアラネットワーク03に複数の単一波長光キャリアを並行して出力できる。第2キャリアベアラネットワーク03は、或る波長を有する光キャリアをそれぞれの第1ノード04へ送信できる。光キャリア間の干渉を回避するため、第1キャリアベアラネットワーク02と第2キャリアベアラネットワーク03によって同じ第1ノード04へ送信される光キャリアの波長は異なる。

【0089】

多波長光源は複数の単一波長光キャリアを並行して出力でき、各波長の光キャリアは分割することなく1つの第1ノードへ送信されることができ、第1ノードによって受信される光キャリアのパワーが高いことを保証でき、それ故、光キャリアを変調することによって得られるサービス光信号の送信性能がより良好となることが保証される。

【0090】

任意に選べることとして、図1および図2に示されているように、光通信システムは、第1サービスベアラネットワーク05と互いにバックアップを提供しあう第2サービスベアラネットワーク07をさらに含んでもよい。第2サービスベアラネットワーク07の接続および動作原理については、前述の単一波長光源の実施形態の関連説明を参照されたい。ここでは詳細を再度説明しない。

【0091】

光通信システムが、互いにバックアップを提供する2つのサービスベアラネットワークを含むシナリオ、第1ノード04内のTXモジュールの構造および動作原理、ならびに第2ノード06内のRXモジュールの構造および動作原理については、前述の単一波長光源の実施形態の関連説明を参照されたい。ここでは詳細を再度説明しない。

【0092】

任意に選べることとして、図6に示されているように、第1サービスベアラネットワーク05はスター型ネットワークであってよい。このスター型ネットワークは、第1光導波路051と、サービス分配器052と、第2光導波路053とを含んでよい。第1光導波路051、サービス分配器052、および第2光導波路053の接続については、前述の単一波長光源の実施形態の関連説明を参照されたい。ここでは詳細を再度説明しない。

【0093】

図8を参照されたい。サービス分配器052は、AWG 0521と第3分割器0522とを含んでよい。AWG 0521の両端は、第1光導波路051と第3分割器0522の入力端とにそれぞれ接続されている。第3分割器0522の出力端は、第2光導波路053に接続されている。AWG 0521は、受信されたサービス光信号を多重化し、かつ多重化されたサービス光信号を第3分割器0522へ送信するように構成される。第3分割器0522は、多重化されたサービス光信号を分割し、かつ第2光導波路053を通じて一群の第1ノード04と一群の第2ノード06とへ分割されたサービス光信号を別々に送信するように構成される。

【0094】

任意に選べることとして、第1光源011と第2光源012の両方が多波長光源であるシナリオでは、サービス分配器052がスター型結合器であってもよい。スター型結合器の動作原理については、前述の単一波長光源の実施形態の関連説明を参照されたい。ここでは詳細を再度説明しない。

【0095】

要するに、本出願の本実施形態は光通信システムを提供する。この光通信システム内の光源モジュールは、2つのキャリアベアラネットワークを通じて一群の第1ノードに別々に接続されることができ、したがって、いずれか一方のキャリアベアラネットワークが故障しても、他方のキャリアベアラネットワークは光キャリアを送信し続けることができ、それ故、光キャリア送信の信頼性が効果的に向上し、光通信システムの信頼性がさらに向

10

20

30

40

50

上する。加えて、2つのキャリアベアラネットワークは互いに独立しており、同時に動作できるため、いずれか一方のキャリアベアラネットワークが故障した後に、フェイルオーバーは必要ない。これにより、フェイルオーバーによって生じる光キャリアの送信中断を回避でき、サービス光信号の送信中断をさらに回避できる。

【0096】

加えて、本出願の本実施形態による光通信システムでは、光源モジュールが互いにバックアップを提供する2つの光源を含んでよく、バックアップのための別のサービスベアラネットワークが存在してよい。このようにして、光通信システムの徹底したバックアップが実現され、光通信システムの信頼性がさらに向上するので、高い通信信頼性が求められるシナリオで光通信システムを使用できる。

【0097】

本出願の本実施形態は、別の光通信システムをさらに提供する。この光通信システムは、光源モジュール01と、第1キャリアベアラネットワーク02と、一群の第1ノード04と、第1サービスベアラネットワーク05と、第2サービスベアラネットワーク07と、一群の第2ノード06とを含む。第1サービスベアラネットワーク05と第2サービスベアラネットワーク07は、互いにバックアップを提供する。

【0098】

光源モジュール01は、第1キャリアベアラネットワーク02を通じて一群の第1ノード04に接続され、光源モジュール01は、第1キャリアベアラネットワーク02を通じて一群の第1ノード04へ光キャリアを別々に送信するように構成される。一群の第1ノード04は、第1サービスベアラネットワーク05と第2サービスベアラネットワーク07を通じて一群の第2ノード06に別々に接続されている。それぞれの第1ノード04は、サービス光信号を得るために、サービス電気信号に基づいて光キャリアを変調し、かつ第1サービスベアラネットワーク05と第2サービスベアラネットワーク07を通じて第2ノード06のうちの少なくともいずれか1つへサービス光信号を別々に送信するように構成される。

【0099】

光通信システム内の光源モジュール01の構造および動作原理、第1ノード04の構造および動作原理、第2ノード06の構造および動作原理、ならびに各サービスベアラネットワークの構造および動作原理については、前述の実施形態の関連説明を参照するべきであることを理解されたい。ここでは詳細を再度説明しない。

【0100】

第1ノードは2つのサービスベアラネットワークを通じて第2ノードへサービス光信号を別々に送信できるので、いずれか一方のサービスベアラネットワークが故障しても、他方のサービスベアラネットワークがサービス光信号を送信し続けることができ、それ故、サービス光信号送信の信頼性が効果的に向上し、光通信システムの信頼性がさらに向上する。加えて、2つのサービスベアラネットワークは互いに独立しており、同時に動作できるため、いずれか一方のサービスベアラネットワークが故障した後に、フェイルオーバーは必要ない。これにより、フェイルオーバーによって生じるサービス光信号の送信中断は回避できる。本出願の本実施形態は、車両をさらに提供する。この車両は、自動運転機能を有するインテリジェント車両であってよい。図9に示されているように、車両は、車載コントローラ10と、車載センサ20と、車載アクチュエータ30と、前述の実施形態による光通信システム00とを含む。光通信システム00の構造については、図1～図6を参照されたい。加えて、2つの光源が同時に故障する確率を低減し、光源モジュール01の信頼性を向上させるため、光通信システム内の光源モジュール01に含まれる2つの光源は、車両の様々な位置に配置されてよい。

【0101】

車載センサ20は、光通信システム00内の第1ノード04に接続され、第1ノード04にサービス電気信号を提供するように構成される。車載コントローラ10は、光通信システム00内の第2ノード06に接続され、第2ノード06によって送信されるサービス電気信号を受信するように構成される。換言すると、光通信システム00は、車載コントローラ10と車

10

20

30

40

50

載センサ20との間で信号のやり取りを実現できる。あるいは、車載コントローラ10は、光通信システム00内の第1ノード04に接続され、第1ノード04にサービス電気信号を提供するように構成される。車載アクチュエータ30は、光通信システム00内の第2ノード06に接続され、第2ノード06によって送信されるサービス電気信号を受信するように構成される。換言すると、光通信システム00は、車載コントローラ10と車載アクチュエータ30との間で信号のやり取りを実現できる。

【0102】

例えば、光通信システム00は、車載センサ20によって収集されたデータをサービス電気信号として車載コントローラ10へ送信できる。車載コントローラ10は、車載センサ20によって収集されたデータを分析し、処理し、光通信システム00を通じて車載アクチュエータ30へ命令またはデータを送信することができる。

10

【0103】

光通信システム00内の各ノードと、ノードに接続されている車載部品（車載コントローラ、車載センサ、車載アクチュエータなど）が、独立して配置されてよく、または一体的に配置されてもよいことは理解されよう。例えば、第1ノード04は車載コントローラ10または車載センサ20に統合されてもよく、第2ノード06は車載コントローラ10または車載アクチュエータ30に統合されてもよい。

【0104】

図9に示されているように、車両が、複数の車載センサ20、複数の車載アクチュエータ30、および複数の車載コントローラ10を含んでもよいことがさらに理解されよう。各車載センサ20、各車載アクチュエータ30、および各車載コントローラ10は、光通信システム00内のノードに接続されることができ、光通信システム00を通じて、別のノードに接続された部品と通信できる。例えば、光通信システム00内の各ノードは、信号送信機能と信号受信機能とを有する。相応に、車載コントローラ10は、光通信システム00を通じて車載センサ20へ信号をさらに送信でき、車載アクチュエータ30によって送信される信号を光通信システム00を通じて受信できる。

20

【0105】

任意に選べることとして、複数の車載センサ20は、カメラ、ミリ波レーダ、ライダーなどを含んでよい。複数の車載アクチュエータ30は、ペダルコントローラ、車載ディスプレイ、車載エアコン、ライトコントローラなどを含んでよい。車載ディスプレイは、車両の中央制御ディスプレイやヘッドアップディスプレイ（head up display、HUD）などを含んでよい。本出願の本実施形態は、産業用光ネットワークをさらに提供する。図10に示されているように、産業用光ネットワークは、産業用コントローラ40と、産業用センサ50と、産業用アクチュエータ60と、前述の実施形態による光通信システム00とを含む。光通信システム00の構造については、図1～図6を参照されたい。加えて、2つの光源が同時に故障する確率を低減し、光源モジュール01の信頼性を向上させるため、光通信システム内の光源モジュール01に含まれる2つの光源は、産業用光ネットワーク内の様々な位置に配置されてよい。

30

【0106】

産業用センサ50は、光通信システム00内の第1ノード04に接続され、第1ノード04にサービス電気信号を提供するように構成される。産業用コントローラ40は、光通信システム00内の第2ノード06に接続され、第2ノード06によって送信されるサービス電気信号を受信するように構成される。換言すると、光通信システム00は、産業用コントローラ40と産業用センサ50との間で信号のやり取りを実現できる。あるいは、産業用コントローラ40は、光通信システム00内の第1ノード04に接続され、第1ノード04にサービス電気信号を提供するように構成される。産業用アクチュエータ60は、光通信システム00内の第2ノード06に接続され、第2ノード06によって送信されるサービス電気信号を受信するように構成される。換言すると、光通信システム00は、産業用コントローラ40と産業用アクチュエータ60との間で信号のやり取りを実現できる。

40

【0107】

50

例えば、光通信システム00は、産業用センサ50によって収集されたデータをサービス電気信号として産業用コントローラ40へ送信できる。産業用コントローラ40は、産業用センサ50によって収集されたデータを分析し、処理し、光通信システム00を通じて産業用アクチュエータ60へ命令またはデータを送信することができる。

【0108】

光通信システム00内の各ノードと、ノードに接続されている産業用部品（例えば、産業用コントローラ、産業用センサ、または産業用アクチュエータ）が、独立して配置されてよく、または一体的に配置されてもよいことは理解されよう。例えば、第1ノード04は産業用コントローラ40または産業用センサ50に統合されてもよく、第2ノード06は産業用コントローラ40または産業用アクチュエータ60に統合されてもよい。

10

【0109】

産業用光ネットワークが、複数の産業用センサ50、複数の産業用アクチュエータ60、および複数の産業用コントローラ40を含んでもよいことがさらに理解されよう。各産業用センサ50、各産業用アクチュエータ60、および各産業用コントローラ40は、光通信システム00内のノードに接続されることができ、光通信システム00を通じて、別のノードに接続された部品と通信できる。例えば、光通信システム00内の各ノードは、信号送信機能と信号受信機能とを有する。相応に、産業用コントローラ40は、光通信システム00を通じて産業用センサ50へ信号をさらに送信でき、産業用アクチュエータ60によって送信される信号を光通信システムを通じて受信できる。

【0110】

20

任意に選べることとして、産業用光ネットワークは、鉱業や石炭鉱業など、高度なセキュリティが必要とされる産業シナリオにおけるセキュリティ監視ネットワークであってよい。あるいは、産業用光ネットワークは、物流や港などの産業シナリオにおける物品スケジューリングネットワークであってもよい。あるいは、産業用光ネットワークは、車両や携帯端末などの製造業における自動運転ネットワークであってもよく、例えば、自動製品組立てまたは仕分けのためのネットワークであってもよい。複数の産業用センサ50は、カメラ、温湿度センサ、ガスセンサなどを含んでよい。複数の産業用アクチュエータ60は、メカニカルアーム、産業用ディスプレイ、温湿度コントローラなどを含んでよい。

【0111】

光通信システムは、高データ伝送速度と大データ送信量の特性を有するので、車両または産業用光ネットワークにおいて、光通信システムが大量のデータを含むデータを、すなわち、ハイトラフィックデータを、送信するように構成され得ることはさらに理解されよう。例えば、光通信システムは、カメラやレーダによって収集されたデータを送信するように構成されてもよく、またはディスプレイへ画像データを送信するように構成されてもよい。

30

【0112】

光通信システム内のキャリアベアラネットワーク、サービスベアラネットワーク、および分割器はすべてパッシブな部品であり、パッシブな部品は、電力を消費しない、放熱しない、強い環境適応性、高い動作信頼性などの特性を有するので、パッシブな部品は通常、遠隔通信ネットワークにおいてバックアップされる必要がない。しかしながら、車両や産業用光ネットワークでは、長時間の振動や大きい温度変化範囲や機械的な衝突が発生し得る過酷な環境で光通信システム内の各部品が動作する必要がある。このため、光通信システム内の各部品の信頼性に対する要求は高い。

40

【0113】

本出願の本実施形態による光通信システムでは、アクティブ／スタンバイモードで動作する2つのキャリアベアラネットワークが使用され、バックアップのために別の光源や別のサービスベアラネットワークが存在し得る。したがって、光通信システム全体の信頼性が効果的に向上する。光通信システム内の部品が異常である場合には、別のバックアップ部品が稼動し続けることができるので、ノード間の通信中断は回避できる。換言すると、ノードに接続された部品（例えば、車載プロセッサや車載センサ）は障害に気付かない。

50

前述の分析から、本出願の本実施形態による光通信システムが車両および産業用光ネットワークの信頼性要件を満たすことができることが分かる。

【0114】

例えば、偶然の衝突のため車両内のベアラネットワークでファイバの切断や光源の故障が発生したと仮定すると、バックアップ部品は正常な稼動状態を維持できるので、車載部品間の通信中断は回避でき、それ故、車両が正常な稼動状態を維持することが保証される。

【0115】

任意に選べることとして、車両や産業用光ネットワークでは、コントローラ、センサ、および実行体の間の距離は通常小さい。したがって、部品間通信の柔軟性と信頼性を保証するため、光通信システム内のサービスベアラネットワークはスター型ネットワークであってよい。

10

【0116】

車両や産業用光ネットワークに加えて、本出願の本実施形態に従って提供される光通信システムを、高い通信信頼性が求められる別のシナリオでさらに使用でき、例えば、航空宇宙や金融などの分野でさらに使用できることを理解されたい。

【0117】

本出願における「少なくともいずれか1つの」という用語は1つ以上を意味し、本出願における「複数の」という用語は2つ以上を意味する。例えば、複数のノードは2つ以上のノードを意味する。

【0118】

前述の説明は、本出願の任意選択の実装にすぎないが、本出願の保護範囲はこれらに限定されない。本出願で開示されている技術的範囲内で当業者によって容易く考え出されるいかなる同等の修正または置換も、本出願の保護範囲内に入るものとする。したがって、本出願の保護範囲は、特許請求の範囲の保護範囲に従うものとする。

20

【符号の説明】

【0119】

- 01 光源モジュール
- 02 第1キャリアベアラネットワーク
- 03 第2キャリアベアラネットワーク
- 04 第1ノード
- 05 第1サービスベアラネットワーク
- 06 第2ノード
- 011 第1光源
- 012 第2光源
- 013 第1分割器
- 014 第2分割器
- 07 第2サービスベアラネットワーク
- 041 第1光路結合器
- 042 電気光学変調器
- 043 光路分離器
- 061 第2光路結合器
- 062 光電受信器
- 051 第1光導波路
- 052 サービス分配器
- 053 第2光導波路
- 0521 AWG
- 0522 第3分割器
- 10 車載コントローラ
- 20 車載センサ
- 30 車載アクチュエータ

30

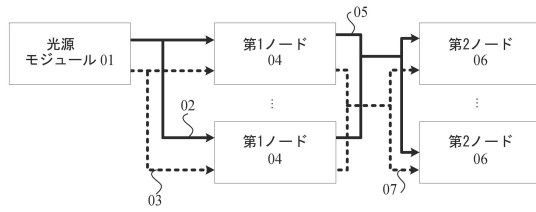
40

50

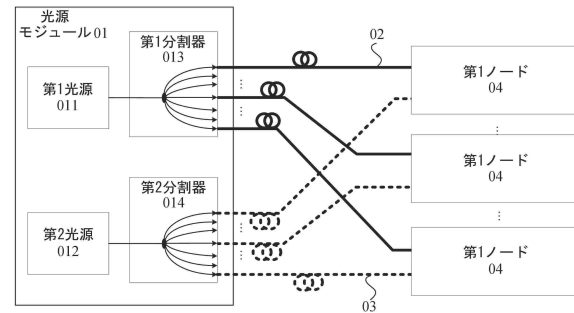
00 光通信システム
40 産業用コントローラ
50 産業用センサ
60 産業用アクチュエータ

【図面】

【図 1】

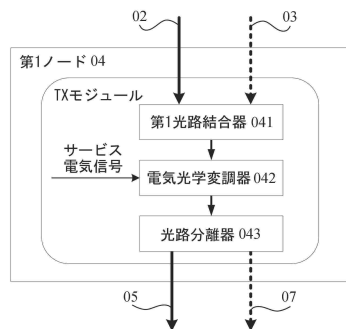


【図 2】

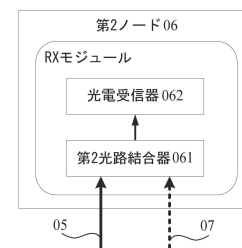


10

【図 3】



【図 4】



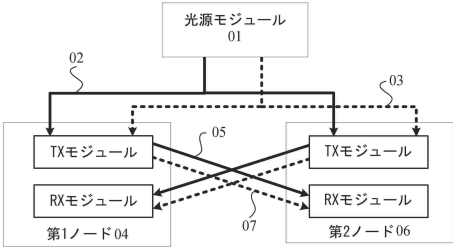
20

30

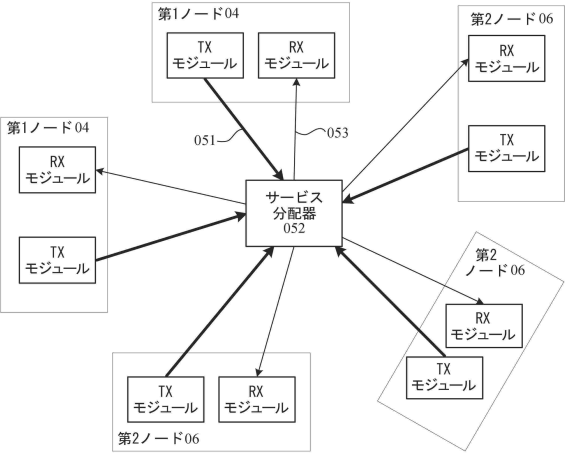
40

50

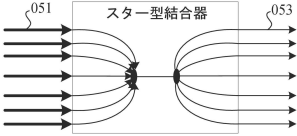
【図 5】



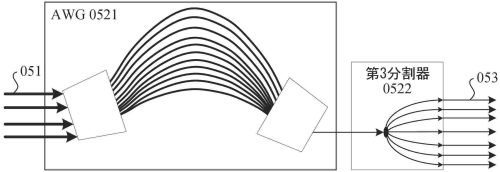
【図 6】



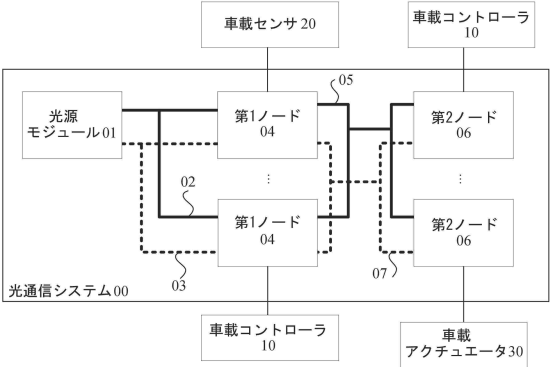
【図 7】



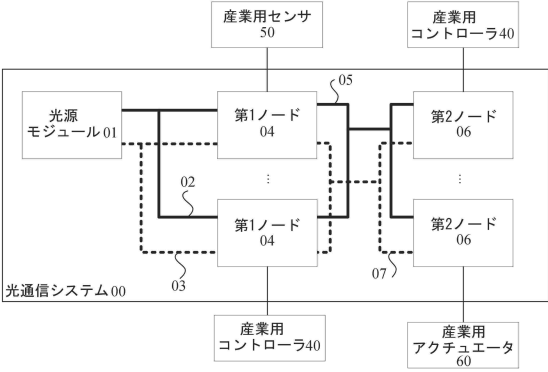
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (74)代理人 100133569
弁理士 野村 進
- (72)発明者 ▲張▼ 欣
中華人民共和国 5 1 8 1 2 9 広東省深▲チェン▼市龍岗区坂田 華為総部▲ベン▼公楼
- (72)発明者 李 彦波
中華人民共和国 5 1 8 1 2 9 広東省深▲チェン▼市龍岗区坂田 華為総部▲ベン▼公楼
- (72)発明者 常 天▲海▼
中華人民共和国 5 1 8 1 2 9 広東省深▲チェン▼市龍岗区坂田 華為総部▲ベン▼公楼
- 審査官 鴨川 学
- (56)参考文献 米国特許第08625991 (US, B1)
国際公開第2014/021258 (WO, A1)
国際公開第2020/250640 (WO, A1)
特開2004-172989 (JP, A)
特開2003-229816 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H04B 10/032
H04B 10/272