

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3677293号

(P3677293)

(45) 発行日 平成17年7月27日(2005.7.27)

(24) 登録日 平成17年5月13日(2005.5.13)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H 0 4 L 12/437

H 0 4 L 11/00 3 3 1

請求項の数 5 (全 12 頁)

| | | | |
|---------------|-------------------------|-----------|-------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平8-524185 | (73) 特許権者 | テレフオンアクチーボラゲット エル エム エリクソン (パブル) |
| (86) (22) 出願日 | 平成8年2月2日(1996.2.2) | | スウェーデン国 エス-1 2 6 2 5 ストックホルム (番地なし) |
| (65) 公表番号 | 特表平10-513326 | (74) 代理人 | 弁理士 浅村 皓 |
| (43) 公表日 | 平成10年12月15日(1998.12.15) | (74) 代理人 | 弁理士 浅村 肇 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/SE1996/000120 | (74) 代理人 | 弁理士 清水 邦明 |
| (87) 国際公開番号 | W01996/024998 | (74) 代理人 | 弁理士 林 拓三 |
| (87) 国際公開日 | 平成8年8月15日(1996.8.15) | | |
| 審査請求日 | 平成15年1月24日(2003.1.24) | | |
| (31) 優先権主張番号 | 9500404-0 | | |
| (32) 優先日 | 平成7年2月6日(1995.2.6) | | |
| (33) 優先権主張国 | スウェーデン(SE) | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光バス回路網の中で波長チャンネルを割り当てる方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

N個の光ノードと2対の光ファイバ1, 2; 3, 4とを有し、第1対の光ファイバ1, 2がバス回路網のすべてのノードの間で同時でかつ2方向の通信を容易に行うことに適合し、一方、第2対の光ファイバ3, 4が保護の切替え後、第1対のファイバに中断が起こった場合にこの通信を保持することに適合した、光バス回路網の中に波長チャンネルを割り当てる方法であって、

もしNが奇数ならば合計で $(N^2 - 1) / 4$ 個の異なる波長チャンネルがバス回路網の中の送信機および受信機にそれぞれ割り当てられ、およびもしNが偶数ならば合計で $N^2 / 4$ 個の異なる波長チャンネルが割り当てられるように、チャンネル割当てがチャンネルの再使用で実行されることと、

バス回路網の中の他のノードの各々と通信するためにファイバ方向当たりちょうど1つの波長チャンネルがノードの各々に割り当てられるように、他のノードの各々の対応する波長のために、受信機にいずれかの光ファイバを通して伝送するために、N - 1個の異なる波長チャンネルがそれぞれのノードの送信機に割り当てられることと、

バス回路網のランダムな任意の点で起こる中断により生ずる可能な回路網構成の各々において、バス回路網の中の光ファイバの任意の共通セクションでは同じ波長の2つのチャンネルが決して用いられないように、チャンネル割当てが実行されることと、

を特徴とする、前記方法。

【請求項 2】

10

20

第1項記載の方法において、同じノードとの通信に対し決して用いられない同じ波長チャンネルが1つのノードおよび同じノードの送信機および受信機に割り当てられることを特徴とする、前記方法。

【請求項3】

第1項～第2項に記載の方法において、第1ファイバ方向の通信のための光ファイバまたは第2ファイバ方向の通信のための光ファイバに接続された送信機が、ノードの各々において、それぞれのファイバに関して再使用されるチャンネルの数がバス回路網の最も近い端部からノードを分離しているノードの数に等しいように、対応するファイバについて受信されるチャンネルに割り当てられることを特徴とする、前記方法。

【請求項4】

N個の光ノードと2対の光ファイバ1, 2; 3, 4とを有し、第1対の光ファイバ1, 2がバス回路網のすべてのノードの間で同時でかつ2方向の通信を容易に行うことに適合し、一方、第2対の光ファイバ3, 4が保護スイッチングの後第1対のファイバに中断が起こった場合に前記通信を保持することに適合した、光バス回路網の中に波長チャンネルを割り当てる方法であって、

送信機および受信機がそれぞれ、もしNが奇数ならばバス回路網に関し合計で $(N^2 - 1) / 4$ 個の異なる波長チャンネルが割り当てられ、およびもしNが偶数ならば合計で $N^2 / 4$ 個の異なる波長チャンネルが割り当てられるように、チャンネル割当てがチャンネルの再使用で実行されることと、

N - 1個のチャンネルが回路網のノードに割り当てられることと、

バス回路網がチャンネル割当ての目的のために1つの方向に伝送する光ファイバを有するリング回路網と見なされ、任意のノードに対して確保されたチャンネルの各々がもしNが偶数ならば少なくとも1度再使用されおよびもしNが奇数ならば少なくとも2度再使用されるようにバス回路網の1つの方向の他のノードとの通信のためにそれぞれのノードのチャンネルが対で確保され、波長チャンネルの各々がリング回路網のそれぞれのセクションでちょうど1度現れることと、

リング回路網に割り当てられたバス回路網のチャンネルの各々がノードへの伝送およびノードからの伝送のために用いられることと、

を特徴とする、前記方法。

【請求項5】

N個の光ノードと2対の光ファイバ1, 2; 3, 4とを有し、第1対の光ファイバ1, 2がバス回路網のすべてのノードの間で同時でかつ2方向の通信を容易に行うことに適合し、一方、第1対のファイバに中断が起こった場合、第2対の光ファイバ3, 4が保護の切替え後、前記通信を保持することに適合した、光バス回路網の中に波長チャンネルを割り当てる方法であって、

バス回路網の最初のノードに割り当てられたのと同じチャンネルがバス回路網の最後のノードに割り当てられ、チャンネル割当ての目的のためにバス回路網がリング回路網と見なされることと、

もしNが偶数ならば距離 $N / 2$ にあるノードとの通信のためのさらに別のチャンネルを有すると共に、もしNが奇数ならば $(N - 1) / 2$ 個のノードの距離までおよびもしNが偶数ならば $(N / 2) - 1$ 個のノードの距離まで、バス回路網の下流に配置された他のノードと共通にN - 1個の異なる波長チャンネルが対で確保されることと、

第2ノードに対し1個または2個の共通通信チャンネルが第1ノードに確保され、第1ノードから最も大きい距離に配置された第2ノードにおいて、同じ1個または複数個のチャンネルがバス回路網の同じ方向の第3ノードと共通に確保され、第3ノードは、第2ノードと第1ノードとの間とせいぜい同じ距離だけ第2ノードから離れた位置に配置されることと、

バス回路網の第1ノードに到達するまで、第3ノードおよびそれに続くノードに対し同じようにチャンネル割当てが実行されることと、

ノードの各々にN - 1個の波長チャンネルが割り当てられるまでバス回路網の第1ノード

10

20

30

40

50

に続くノードの各々の間に共通にチャンネルが同じように確保され、もしNが奇数ならば合計で $(N^2 - 1) / 4$ 個の分離した波長がすべてのノードに割り当てられ、もしNが偶数ならば合計で $N^2 / 4$ 個の分離した波長がすべてのノードに割り当てられることと、同じ波長の2つのチャンネルが可能な回路網構成のバス回路網の光ファイバのいかなる共通セクションでも決して用いられないように、および1つのノードが同じ波長チャンネルにより、ある他のノードからの情報の送信と受信との両方を決して行わないように、ノードの各々に割り当てられたチャンネルがそれぞれのファイバでの送信と受信とのために分配されることと、

を特徴とする、前記方法。

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は、光バス回路網の中のノードに波長チャンネルを割り当てる方法に関する。

先行技術

遠距離通信の分野では多くの場合、非常に高い伝送容量が必要である。非常に高速のデータ伝送は、変調された光信号による光通信を用いることにより達成することができる。

1つの共通の光媒体を通して複数個の光信号を送るために、波長分割多重化(WDM)が用いられる。信号は独立した波長チャンネルにより送られる。これらの独立した波長チャンネルは、1つの光ファイバの中に同時に存在することができる。

光通信は、相互通信に適応した多数個の光学的に接続されたノードを有する光バス回路網により行うことができる。相互に直列に接続されたN個のノードを有する光バス回路網では、ノード間の通信は、この通信のために少なくとも2個のファイバを用いることにより両方向に行うことができる。その際、これらのファイバの少なくとも1つのファイバが、それぞれの信号配分方向に対して用いられる。ノードの各々は、独自の波長チャンネルにより他のノードの各々と通信する。このことは、少なくともN-1個の波長チャンネルがそれぞれの光ファイバに同時に存在するであろうということを意味する。

2個のノードの間でファイバ不良が起こった後でも、すべてのノードの間で持続的に通信を行うことができる回路網は、米国特許第5,159,595号に既に開示されている。この回路網は、相互に円形に構成されて接続された多数個のノードを有する。この構成は、例えば、波長分割多重化に適応している。

2個のノードの間で中断が起きた時、前記2個のノードへの通信または前記2個のノードからの通信に用いられる波長チャンネルは方向を変えなければならない。この場合、中断の後に用いられる信号路のチャンネルの数は増大しなければならない。周知の回路網では、付加的チャンネルの割当てが行われる。この場合、ノードの各々は1個の送信機ポートと1個の受信機ポートとをそれぞれ有し、それにより任意の数の波長チャンネルをバス回路網に付加することができる、または回路網から除去することができる。けれども、この解決法は技術的と経済的の両方で欠点を有する。

発明の説明

本発明に従う方法は、2個のファイバにより相互に直列に接続されたN個のノードを有する光バス回路網のチャンネル割当てに関する。ノードの各々は、送信機および受信機により他のノードの各々と通信する。したがってノードの各々は、N-1個の送信機とN-1個の受信機とを有する。回路網の中の送信機の各々は一定の波長チャンネルを送信する。回路網の中の受信機の各々は一定の波長チャンネルを受信し、そして他の波長チャンネルを次のノードに通過させる。1つのノードの受信機により受信されるチャンネルは回路網から完全に除去され、その後、2個の他のノードの間の情報の伝送のためにこのチャンネルを再び使用することができる。このように、最少数のチャンネルを用いてノード間のこの通信を行うことができる。

バス回路網の中の1つのファイバの不良により一定のノードの間のすべての通信が妨害されることを避けるために、位置的に分離された付加的なファイバ対が備えられ、この付加的ファイバ対がバス回路網の最初のノードと最後のノードとを接続する。もし正規のファイバのいずれかが損傷を受け、正規のファイバにより不良点を通しての通信が完全に妨げ

10

20

30

40

50

られるように構成体が設計されているならば、このファイバ対が作動する。この場合、ノードの間の配置が変更されなければならないように、および送信機および受信機が切り替えられるように、回路網はまた別の構成を取得する。

光バス回路網のチャンネル割当ての従来の方法の1つの問題点は、回路網の中の前記の形式の中断が起きた場合、通常、チャンネルをそれぞれのノードに再割当てしなければならないことである。それは、回路網の構成が変更される時、チャンネルを再割当てしないとチャンネルの衝突が起こるからである。

本発明の目的は、前記の問題点を解決することである。本発明により、光バス回路網のチャンネル割当ての新規な方法が得られる。本発明の新規な方法により、バス回路網の任意の点で中断が起きた場合にチャンネルの割当てが保持されるように、1つのノードに最少数のチャンネルが割り当てられる。このチャンネル割当ては、回路網の構成がバス回路網の中の中断により変更されるかどうかにかかわらず、ノードの特定の対の各々の間の送信または受信が同じ所定の波長チャンネルで常に起こるように、チャンネルの割当てが実行される。

図面の説明

図1は、N個のノードを有するバス回路網の概要図。

図2は、ノードAとノードBとの間にファイバ破断が起きた後におけるN個のノードを有するバス回路網の概要図。

図3は、7個のノードを有する回路網の中のチャンネル割当てを単純化するために用いられる、完成したチャンネル割当て表。

図4は、図3によるチャンネル割当てに対する接続マトリックス。

図5は、バス回路網の中に起きた破断のために変更された、図3によるチャンネル割当てに対する接続マトリックス。

図6は、本発明による方法のための流れ図。

好ましい実施例

本発明は、図面を参照して、特に図3および図4を参照して詳細に説明される。図3および図4は、図1による構成のノードに対するチャンネル割当てを単純化するために、チャンネル割当て表および接続マトリックスをどのように用いることができるかを示している。

図1は、N個のノードを有するバス回路網の図である。このN個のノードは、ちょうど2個のファイバにより直列に接続されている。これらのノードの各々は、N - 1個の送信機およびN - 1個の受信機を有する。これらの送信機および受信機はそれぞれ、2個のファイバの一方または他方に接続される。この回路網のどの位置にノードが配置されているかに応じて、変更し得る数の送信機および受信機が第1ファイバに接続される。例えば、第1ノードはファイバ1に接続されたN - 1個の送信機を有する。これらのN - 1個の送信機からの信号のすべては図の右に向かって進む。そしてN - 1個の受信機がファイバ2に接続される。これらのN - 1個の受信機からの信号はすべて図の左に向かって進む。他方において最後のノードは、ファイバ1に接続されたN - 1個の受信機を有し、そしてファイバ2に接続されたN - 1個の送信機を有する。中間のノードは、両方のファイバに接続された送信機と受信機の両方を有する。

回路網の中の送信機の各々は、いわゆる波長チャンネルと呼ばれる一定の波長で送信を行う。回路網の中の受信機の各々は一定の波長で受信を行い、および他のチャンネルを次のノードに通過させる。ファイバのどの共通部分においても、同じ波長の2つのチャンネルが起こることは決して許されない。それは、その場合にはこれらのチャンネルが受信機で分離されないからである。1つのノードで受信されるチャンネルの各々がそのノードの中で直ぐに再使用される場合のようにチャンネルがバス回路網の中で再使用される時、1つのノードの受信機により受信されるチャンネルは光バス回路網から完全に除外されなければならない。このチャンネルはその後において、バス回路網の中の別のノードの間の通信に対して再び用いることができる。本発明による方法に従ってチャンネルの再使用を開発することにより、要求されるチャンネルの総数は、回路網の中のノードの数Nが偶数の場

10

20

30

40

50

合には $N^2 / 4$ 個にまで縮小することができ、そしてノードの数 N が奇数の場合には $(N^2 - 1) / 4$ 個にまで縮小することができる。

前記のバス回路網では、ノードの間のすべてのファイバ部分に欠陥がない時にのみ、完全な通信が得られる。1対のノードの間にファイバの不良が起こって前記ノード間のすべての通信が妨害されることを防止するために、予備のファイバ対3、4がバス回路網の最初のノードと最後のノードとを接続する。このファイバ対は光バス回路網の残りの部分から位置的に分離され、そして正規のファイバのいずれかが損傷を受けた時にのみ作動することができる。この予備のファイバ対3、4は、図1において点線で示されている。

図2は、付加的なファイバ対が作動された後、ノードAとノードBの間のファイバが不良になった後に得られる新しい構成を示した図である。右に進むトラフィックに対しノードAは回路網の最後に配置され、したがってノードAはファイバ1に接続された $N - 1$ 個の受信機を有し、そしてファイバ2に接続された $N - 1$ 個の送信機を有するであろう。ノードBでは変更は非常に少ない。それは、ファイバの間で切り替える必要のあるのはノードAとノードBの間の通信のための送信機および受信機だけであるからである。ノードAと通信しようとするノードBの送信機は、中断が起こるまで、ファイバ2を通して図の左に進む伝送のために用いられた。中断が起こった後、この送信機はその代わりにファイバ1を通してこの方向に向かってノードAと通信しなければならない。ノードAからの受信を行おうとするノードBの受信機は同じように切り替えられて、左に進むファイバからすなわちファイバ2から情報を受けとらなければならない。同様に、送信機/受信機の対がノードCで切り替えられなければならない、さらにノードDで切り替えられなければならない、などである。したがってノードAとノードBの間で破断が起こるとその結果、ノードAのすべての送信機および受信機をこれらのファイバの間で切り替えられなければならないことになり、一方他のノードではただ1つの送信機/受信機の対のみを切り替えることが必要である。

したがって、それぞれのノードのいくつかの送信機および受信機は、2つのファイバの間で切り替えられなければならない。バス回路網の中の種々の位置でファイバが不良の結果として、合計で N 個の回路網構成体を得ることができる。そのために、バス回路網のノードの中で同じ数の異なる切替えを実行することができなければならない。

けれども本発明による方法により、ノード構成の変更の結果としてノードに新しいチャンネル割当てを実行する必要がないように、システムの中のノードにチャンネルを割り当てるのが可能である。他のノードの各々と通信するために、 $N - 1$ 個の異なる波長チャンネルがノードの各々に割り当てられる。2つの異なる波長チャンネルが2つのノードの間の通信のために用いられるように、チャンネルの割り当てが実行される。すなわち、1つのチャンネルが第1ノードから第2ノードへの送信のために割り当てられ、そして他のチャンネルが第2ノードから第1ノードへの受信のために割り当てられる。1つのノードへの送信と1つのノードからの受信とは、異なるファイバを通して起こる。それぞれのノードにおいて、その波長チャンネルの各々に対し合計で $N - 1$ 個の送信機が存在し、そして同じ波長チャンネルの等しい数の受信機が存在する。チャンネルの再使用のために、 N が偶数である場合回路網の中に合計で $N^2 / 4$ 個の異なる波長チャンネルが存在し、そして N が奇数である場合回路網の中に合計で $(N^2 - 1) / 4$ 個の異なる波長チャンネルが存在する。 N が偶数である回路網の場合、チャンネルの各々は少なくとも2個のノードからの送信のために用いられなければならない、そして N が奇数である場合、チャンネルの各々は少なくとも3個のノードからの送信のために用いられなければならない。

可能な任意の回路網構成で保持することのできる波長割当てを実行するために、チャンネル割当ての目的に対し、バス回路網はリング回路網と見なされる。すなわちこのリング回路網は、リング回路網に沿って1つの方向に、例えば時計回りの方向に、伝送するための1個の光ファイバを有する。ノードの各々に対し、 $N - 1$ 個の異なるチャンネルが割り当てられる。これらのチャンネルは受信と送信との両方のためのものである。 N が奇数である場合、リング回路網の時計回りの方向に $(N - 1) / 2$ 個のノードの距離まで、1個のノードからリング回路網の時計回りの方向に配置された他のノードの各々に通信する

10

20

30

40

50

ためにこのノードにチャンネルが対で割り当てられる。すなわちリング回路網の時計回りの方向に配置されたノードと通信するために $N - 1$ 個のチャンネルが割り当てられるまで、チャンネルが対で割り当てられる。 N が偶数である場合、リング回路網の時計回りの方向に $(N / 2) - 1$ 個のノードまでの距離で配置されたノードの各々に 1 個のノードから通信するために、 $N - 2$ 個のチャンネルが同じように対で割り当てられ、そしてさらに別のチャンネルが時計回りの方向に $N / 2$ の距離のノードと通信するために割り当てられる。波長チャンネルの各々がリング回路網のそれぞれのセクションに 1 度だけ現れるように、この割当てが実行される。

次に、異なる方向に伝送するための 2 個の光ファイバを有し実際のバス回路網に適合したそれぞれのファイバについて波長の割当てを達成するために、送信機および受信機を適切なファイバに割り当てなければならない。ノードの対の各々の間の 2 方向通信を容易にするために、すべての送信機と受信機の半分が他のファイバ方向に送信するために誘導されなければならない。いずれの送信機および受信機が方向を変えなければならないかは、同じ波長の 2 個のチャンネルがファイバの同じセクションに現れることは決して許されないという要請により決定される。

本発明の好ましい実施例では、単純な手段により前記で説明したチャンネル割当てを達成するために、チャンネル割当て表が用いられる。図 3 は、バス回路網が直列に接続された 7 個のノードで構成されている場合のチャンネル割当て表の 1 つの例を示した図である。この表の列の数は、このバス回路網に用いられなければならないチャンネル、すなわち波長、の最少数に対応する。行の数は、バス回路網の中のノードの数を表す。割り当ての際、保護の切替えが起こる場合、バス回路網の最初のノードと最後のノードとがそれぞれ付加対のファイバ 3、4 により相互に接続され、したがってバス回路網の最初のノードと最後のノードを相互に隣接して配置されたノードとして取り扱わなくてはならないという事実に対し、許容度を得ることができるようにこの表に $(N - 1) / 2$ 行および $N / 2$ 行がそれぞれ追加された。したがって表は、もし N が偶数ならば $3N / 2$ 行を有し、そしてもし N が奇数ならば $(3N - 1) / 2$ 行を有する。

チャンネル割当て表は、回路網の中の行の各々に対し $N - 1$ 個のチャンネルを割り当てることにより書き込まれる。ノード A に対応している表の第 1 行に対し、これらのチャンネルをランダムに選定することができる。チャンネル選定に関連して、これらのチャンネルが次の幾つかの行に対して実行される選定とどのように一致するかを示すマーキングが行われる。それぞれの行において、ちょうど 2 個のチャンネルが次の行に選定されたチャンネルと一致しなければならず、1 行置いた次の行に選定されたチャンネルと 2 個のチャンネルが一致しなければならないなど、もし N が奇数ならば第 1 行から $(N - 1) / 2$ 行の距離の行まで、そしてもし N が偶数ならば第 1 行から $(N / 2) - 1$ 行の距離の行まで、同じことが行われる。偶数個のノードを有するバス回路網のチャンネル割当ての場合、1 つのチャンネルは、表のさらに下方の $N / 2$ 行に配置された行とさらに一致しなければならない。一定のチャンネルに対応する表の第 1 行の位置に、表の中の同じチャンネルが回帰する行までの行距離を記入することにより、チャンネルの割当てが表の中にマークされる。図 3 に示された実施例では、図 1、図 2 および図 3 に記入することによりこれらのマーキングが行われた。これらのマーキングは、チャンネルが回帰し、したがって再びマークされるべき、行までの距離に対応する。選定されたチャンネルはまた、ノード A を表す表の最後の行にマークされる。図 3 に示されたチャンネル割当て表では、このマーキングは X で示される。それは、最も近い行までの距離が既に設定されている表の第 1 行で選定されたチャンネルと、選定されたチャンネルが完全に一致するからである。

表の第 1 行で行われたチャンネル選定は、もし N が奇数ならば次の $(N - 1) / 2$ 行に対するチャンネル選定に影響し、またはもし N が偶数ならば次の $(N / 2) - 1$ 行に対するチャンネル選定に影響する。それは本発明によるチャンネル割当ての方法により、これらの行が一定の共通のチャンネルを有しなければならないからである。したがって一定の行の中に固定されるチャンネルは、配置の中の次の行で、または 1 行置いた次の行で、などのいずれかでさらに順次に用いられる。この割当てでは、もし表の中の一定の行距離に対

10

20

30

40

50

し2個以上のチャンネルが決してマークされることがないならば、チャンネルが用いられる方法を自由に選定することができる。もしNが偶数ならば表の中で1つの波長が少なくとも2度用いられなければならない、そしてもしNが奇数ならば表の中で1つの波長が少なくとも3度用いられなければならない。すなわち、対応する数のマーキングが列の各々の中に少なくとも現れなければならない。表に記入する際、下記より大きい波長を用いることはできない。

(1) もしNが偶数であるならば、 $P + 2R = N(N - 1)$

(2) もしNが奇数であるならば、 $P + 3R = N(N - 1)$

ここでPは、既にかき込まれている表の行の中のマーキングの数および準備中に仮説的に完成された波長の列の中の波長の数である、既に配置された波長の総数を表し、Rは

10

なお用いられていない波長の列の数である。前記で与えられた項は、チャンネルが表の中で不正確に割り当てられているかどうかを初期の段階で検出することを可能にする。行Aの中のチャンネル割当てに基づいて予測できるようにチャンネル割当てが実行された時、他の行に対して同じようにチャンネル割当てが実行される。表が完全に書き込まれる時、行の各々に対し正確にN-1個のチャンネルが割り当てられたであろう。表の行はバス回路網のノードに対応するから、チャンネル割当て表により、ノードの各々に対しどのチャンネルが通信のために用いられるかの定義づけが得られる。ノードの各々に関し、チャンネルの各々が直ぐに再使用される。したがって、それぞれのノードの送信機および受信機は同じチャンネル向けのものであるであろう。

それぞれのファイバに関するチャンネル割当ては、チャンネル割当て表から接続マトリックスに結果を移すことにより確定される。前記マトリックスはN個の行とN個の列とを有する。これらの行と列は、バス回路網の中のノードの数に対応する。この関連を明確にするために、行および列は対応するノード指定を有して与えられる。7個のノードを有する図4に示された接続表では、マトリックスは行A~Gと列A~Gを有する。接続マトリックスはノードの相互通信を明確にするために用いられ、および一定のチャンネルに対しどのファイバが送信機または受信機として通信しているかを明確にするために用いられる。行A、列Bのチャンネル指示は、例えば、ノードAからノードBにファイバ1を通して通信するために用いられるチャンネルに対応する。次に行B、列Aのチャンネル指示は、ノードBからノードAにファイバ2を通して通信するために用いられるチャンネルに対応する。列と行の両方が1個のノードおよび同じノードを表すマトリックス内の位置には、い

20

30

ずれの値も割り当てられない。それはバス回路網の中のノードは、自分自身とは通信しないからである。したがって、接続マトリックスの対角線は空白のままであるであろう。チャンネル割当ての列に従い、相互に隣接して配置された2つのノードの間の通信に用いられる波長は接続マトリックスに移され、そしてマトリックスの対角線の両側に入れられる。これら是对角線のすぐ下およびすぐ上に配置されるべきであり、そして底の左隅および上の右隅に配置されるべきである。対角線に関するこの配置はこの場合には重要ではない。このことは、第1ノードと第2ノードとの間、すなわちノードAとノードBとの間、の接続のために用いられるチャンネルが、それぞれ行A、列Bおよび行B、列Aの接続マトリックスの上左隅に入れられる。最後の2つのノードの間の接続のために用いられるチャンネルは、マトリックスの底右隅に入れられる。対角線の両側に入れられるチャンネル

40

は、ファイバの各々について伝送のために用いられるチャンネルに対応する。バス回路網の中で1つ間に置いて配置されたノードの間の通信に対して用いられるであろうチャンネルが、同じように入れられる。これらのチャンネルは、マトリックスの対角線のできるだけ近くに書き込まれる。チャンネル割当て表にマークされた1対のチャンネルに対しては、マトリックスの対角線の両側に1つのチャンネルが書き込まれる。回路網構成体の外側ノードに対しては、対角線の両側で対角線からできるだけ離れた位置に、対応する値が入れられる。もしいずれかの波長チャンネルが2回以上用いられるならば、このチャンネルは接続マトリックスの対角線の初期の配置と同じ側に配置されるべきである。けれども、最初のノードと最後のノードとの間の関係を示すマトリックス内のその位置では、すなわち底左隅および上右隅の位置では、反対のことが適用される。すなわち、もし

50

着目している波長チャンネルがマトリックスの中に以前に現れているならば、この場合には対角線の反対側に配置されるであろう。同じ行または同じ列には1つのチャンネル値は2度以上は決して現れることはできない。それはその場合、このチャンネルはファイバの同じセクションに数回現れると考えられるからである。

チャンネル割当て表から接続マトリックスに他のチャンネルを移すために、対応する手続きが適用される。完成した接続マトリックスでは、同じ行または同じ列には1つのチャンネル値が2度以上は決して現れることはできない。

完成した接続マトリックスにより、2つのノードの間の接続のためにどのチャンネルが用いられるかに関する情報と、右または左にそれぞれ進むファイバの間に1つのノードの送信機および受信機がどのように割り当てられるべきかに関する情報とが得られる。

図3および図4は、 $N = 7$ である場合に N 個のノードを有するバス回路網に対し、完成したチャンネル割当て表および接続マトリックスのそれぞれの1つの例を示している。図に示されたチャンネル割当て表では、チャンネル1~6が最初にノードAに任意に割り当てられた。この割当てにより、チャンネル1~2は最も近いノードであるノードBと通信するために用いられるべきであり、チャンネル3~4は1個置いて次のノードであるノードCと通信するために用いられるべきであり、そしてチャンネル5~6はノードAから $N/2$ の位置にあるノードDと通信するために用いられるべきであると設定される。ノードAで実行されるチャンネル割当てのために、チャンネルの選定は他のノードに限定される。本発明による方法では、1つのノードで受信された後、チャンネルの各々は直ちに再び使用されるから、チャンネル1~2はノードBからの通信のために用いられなければならない、チャンネル3~4はノードCからの通信のために用いられなければならない、そしてチャンネル5~6はノードDからの通信のために用いられなければならない。けれども、チャンネル5およびチャンネル6を通してノードDが通信するノードはランダムに選定された。同じことが、BおよびCと通信するノードに対しても適用される。

ノードAに関するチャンネルの選定により生ずる制限は別にして、ノードBに関するチャンネルを任意に選定することができる。同様にノードAに対して、このチャンネル選定は、ノードC、DおよびEに関してどのチャンネルを選定できるかに関して影響を与える。図に示された表は、前記で説明された条件に従って正しく完成される。すなわちこの条件は、それぞれの波長は少なくとも2回用いられること、表の中の任意のレベルに関する波長は、すなわち任意の数の完成した行を有する波長は、(2)で指定された制限を越えて使用されることとを意味している。ノードの各々が、表の下方の次のノードと通信するためにちょうど2個のチャンネルを有するように、そして表の下方の1つ置いて次のノードと通信するためにちょうど2個のチャンネルを用いるように、そして各々のノードから $(N)/2$ ($N = 7$)の位置のノードと通信するために2個のチャンネルを有するように、チャンネルがさらに割り当てられる。

図3に従うチャンネル割当て表の結果を前記で説明した方法で接続マトリックスに移すことにより、それぞれのノードが他のノードの各々とどのように通信するであろうかに関する情報が得られる。したがって、図に示された接続マトリックスから、行Aの中でマークされたチャンネルの1つが最も近いノードと通信するために、すなわちノードAとノードBとの間の通信のために、行A、列Bに配置される。第2チャンネルは、行B、列Aに対応して配置される。ノードAとノードCとの間の通信に対しチャンネル割当て表の中の行Aにマークされたチャンネルは、接続表の中のそれぞれ行A、列Cおよび行C、列Aに配置される。図3と図4を比較すると分かるように、チャンネル割当て表の中の他のすべての値に対して対応する手続きが実行された。接続マトリックスの対角線の上方に与えられるチャンネルは、例えば、右に進むファイバを通しての通信のために用いられ、対角線の下方に与えられるチャンネルは第2ファイバを通しての通信のために用いられる。

バス回路網の中で中断が起きた場合、種々のノードの間で送信および受信を行うチャンネルは、2つのファイバの間で再割当てされなければならない。この再割当ては、接続マトリックスの中の列および行の配置が実際のバス回路網の中のノード配置を表すように、接続マトリックスの中の列および行を移動することにより容易に達成することができる。し

10

20

30

40

50

たがって、実際のバス回路網の中の第1ノードは、常に、接続マトリックスの中の第1行および第1列をそれぞれ表すであろう。ノードAとノードBの間で中断が起きた場合が図5に示されている。中断が起きた後、ノードBがバス回路網の第1ノードになる。ノードAはなお他のノードに接続されているが、この接続は前記の予備のファイバ対3、4により保持される。予備のファイバ対による接続の後、ノードAはバス回路網の中の最後にある。したがって、ノードAに関しチャンネル割当てのための接続マトリックスの中の行および列は、このマトリックスの中で最後の行および最後の列をそれぞれ表さなければならない。ファイバ回路網の他の位置で不良が生じた場合、当然に同じことが起こる。

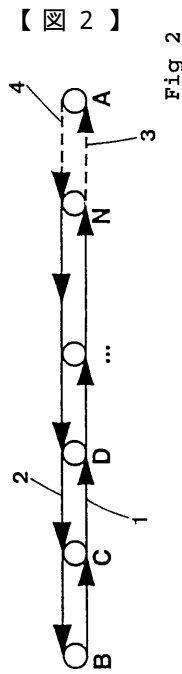
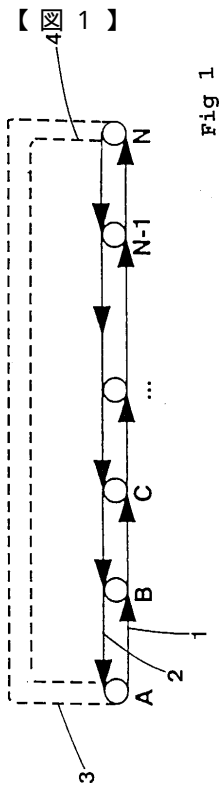
図6は、本発明による方法に従ってそれぞれのノードにチャンネル割当てを行う際の流れ図である。図6に示された流れ図の種々の段階は、対応する参照名称を有する。チャンネル割当てにおいて、下記の段階が実行される。

1. バス回路網の第1ノードを考える。
 2. 着目するノードから回路網の中の各々のノードに1個のチャンネルを伝送するために、これらのファイバに $N - 1$ 個のチャンネルを割り当てる。ノードの中で、他のノードから受信されるチャンネルのみを再使用する。
 3. もし N が奇数ならば段階4に進み、そしてもし N が偶数ならば段階5に進む。
 4. もし異なる波長の総数が $(N^2 - 1) / 4$ を越えないならば段階6に進み、そうでないならば段階2に戻り、そしてこのノードに対し割当てを再び実行する。
 5. もし異なる波長の総数が $N^2 / 4$ を越えないならば段階6に進み、そうでないならば段階2に戻り、そしてこのノードに対し割当てを再び実行する。
 6. もし同じ波長の2個以上のチャンネルがファイバの共通部分に用いられるならば、段階2に戻りそして割当てを再び実行する。そうでないならば段階7に進む。
 7. もし着目しているノードがバス回路網の中の最後のノードであるならば、チャンネル割当ては完了する。このことが当てはまっているかどうかを確認する。もしチャンネルが割り当てられないでノードが残ったままであるならば、段階8に進む。
 8. バス回路網の次のノードを考える。このノードに対して段階2～段階7を繰り返す。多数個のノードがある場合、チャンネルの割当ては、流れ図に示された原理に基づき前記で説明されたチャンネルの割当て表を用いることにより、大幅に単純化される。
- 本発明は前記の実施例に限定されるわけではなく、下記の請求項に記載されている範囲内で種々に変更することが可能である。

10

20

30



【 3 】

| N\λ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| A | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | | | | | | |
| B | 3 | 3 | | | | | 2 | 2 | 1 | 1 | | |
| C | | | 3 | 3 | | | | | 2 | 2 | 1 | 1 |
| D | | | | | 3 | 3 | 2 | 2 | | | 1 | 1 |
| E | 3 | 3 | | | | | | | 2 | 2 | 1 | 1 |
| F | | | 2 | 2 | | | 3 | 3 | | | 1 | 1 |
| G | | | | | 1 | 1 | | | 2 | 2 | 3 | 3 |
| A | X | X | X | X | X | X | | | | | | |
| B | X | X | | | | | X | X | X | X | | |
| C | | | X | X | | | | | X | X | X | X |

Fig 3

【 5 】

| | B | C | D | E | F | G | A |
|---|------|------|------|------|------|------|-----|
| B | ---- | 10 | 8 | 2 | 7 | 9 | 1 |
| C | 9 | ---- | 12 | 10 | 4 | 11 | 3 |
| D | 7 | 11 | ---- | 12 | 8 | 6 | 5 |
| E | 1 | 9 | 11 | ---- | 12 | 10 | 2 |
| F | 8 | 3 | 7 | 11 | ---- | 12 | 4 |
| G | 10 | 12 | 5 | 9 | 11 | ---- | 6 |
| A | 2 | 4 | 6 | 1 | 3 | 5 | --- |

Fig 5

【 4 】

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| A | ---- | 2 | 4 | 6 | 1 | 3 | 5 |
| B | 1 | ---- | 10 | 8 | 2 | 7 | 9 |
| C | 3 | 9 | ---- | 12 | 10 | 4 | 11 |
| D | 5 | 7 | 11 | ---- | 12 | 8 | 6 |
| E | 2 | 1 | 9 | 11 | ---- | 12 | 10 |
| F | 4 | 8 | 3 | 7 | 11 | ---- | 12 |
| G | 6 | 10 | 12 | 5 | 9 | 11 | ---- |

Fig 4

【 図 6 】

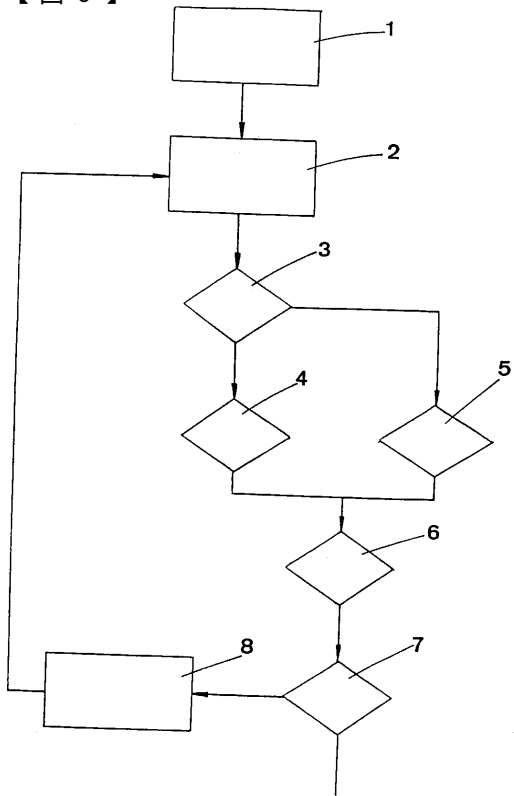


Fig 6

フロントページの続き

(72)発明者 オベルグ, マグナス
スウェーデン国 エス - 1 2 9 4 0 ハゲルステン, ペッタースベルグスベージェン 1 6 エイ

審査官 矢頭 尚之

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)
H04L 12/437