

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
H04B 10/20		B64C 13/38	5K002
// B64C 13/38		H04B 9/00	N

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全11頁)

(21)出願番号	特願2000 - 288989(P 2000 - 288989)	(71)出願人	390014306 防衛庁技術研究本部長 東京都新宿区市谷本村町5番1号
(22)出願日	平成12年9月22日(2000.9.22)	(71)出願人	000000974 川崎重工業株式会社 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
		(72)発明者	新井 裕 東京都八王子市緑町214番53号
		(72)発明者	伊奈 伸一郎 神奈川県秦野市下大槻67番10号
		(74)代理人	100075557 弁理士 西教 圭一郎 (外3名)

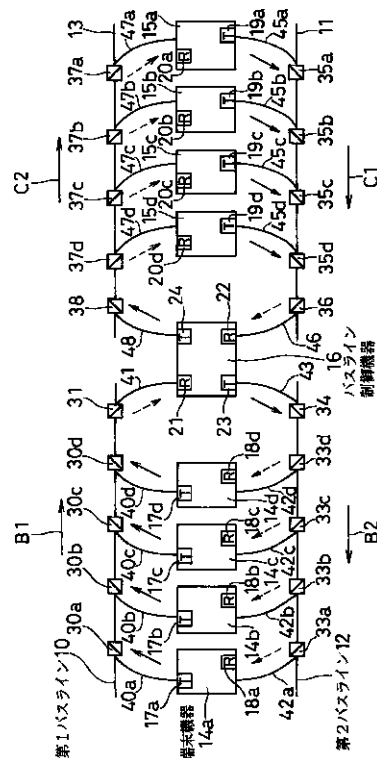
最終頁に続く

(54)【発明の名称】リニア形光伝送路を用いた多端末光データバス構造

(57)【要約】

【課題】 光信号を効率よく転送し、多数の機器を接続することができるリニア形光伝送路を用いた多端末データバス構造を提供する。

【解決手段】 一方向に光信号を導く複数の第1バスラインと他方向に光信号を導く複数の第2バスラインの間には、複数の端末機器が設けられ、各送信部は第1バスラインに接続され、各受信部は第2バスラインに接続される。また各第1および各第2バスライン間には、対を成す受信部および送信部を有するバスライン制御機器が接続され、各受信部は、第1バスラインに各端末機器よりも一方向下流側で接続され、各送信部は、第2バスラインに各端末機器よりも他方向上流側で接続される。このバスライン制御機器は、各端末機器からの第1光信号に応答して、第2光信号を各端末機器に出力する。これによって多数の端末機器間で相互に信号の転送をすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一方向に光信号を導く第 1 バスラインと、
一方向とは異なる他方向に光信号を導く第 2 バスラインと、

第 1 バスラインに接続される送信部と、第 2 バスラインに接続される受信部とをそれぞれ有し、第 1 および第 2 バスライン間に並列に接続される複数の端末機器と、
第 1 バスラインに各端末機器よりも前記一方向下流側で接続される受信部と、第 2 バスラインに各端末機器よりも前記他方向上流側で接続される送信部とを有し、各端末機器から受信部を介して受信される第 1 光信号にตอบสนองして、送信部を介して第 2 光信号を各端末機器に送信するバスライン制御機器とを含むことを特徴とするリニア形光伝送路を用いた多端末光データバス構造。

【請求項 2】 バスライン制御機器は、複数対の受信部と送信部とを有し、

バスライン制御機器の各受信部には、個別の第 1 バスラインがそれぞれ接続され、

バスライン制御機器の各送信部には、個別の第 2 バスラインがそれぞれ接続され、

各対を成すバスライン制御機器の受信部および送信部にそれぞれ接続される第 1 および第 2 バスライン間に、複数の端末機器がそれぞれ接続されることを特徴とするリニア形光伝送路を用いた多端末光データバス構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、航空機の操縦系統などにおいて、操縦桿などから与えられる情報を舵を駆動するアクチュエータに伝達するためのリニア形の光伝送路を用いた多端末光データバス構造に関する。

【0002】なお本発明において、「リニア形」とは、バスラインに直列に介在される光カプラによって機器が並列に接続される形式をいう。

【0003】

【従来の技術】航空機の操縦系統として、機体全体の重量の軽減、および飛行制御機能の改善を目的として、操縦桿と舵とを機械的に接続する方式の操縦系統に代えて、パイロットの操縦内容を電気信号に置換えて舵を駆動するアクチュエータへ転送する電気的な方式、すなわちフライワイヤ方式の操縦系統が多く採用されている。このフライワイヤ方式において操縦内容を伝達している電気信号は、電磁干渉およびノイズの影響を受けやすいので、これらの影響の少ない光信号を用いるフライライト方式の操縦系統が採用されつつある。

【0004】図 3 は、従来のリニア形光伝送路を用いた光データバス構造を示す回路図である。フライライト方式の操縦系統を実現するために、従来の電気データバスの接続方法と同様に図 3 に示す光データバス構造の採用が考えられる。一方向 A 1 に光信号を導く第 1 バス

ライン 1 と、他方向 A 2 に光信号を導く第 2 バスライン 2 とを有し、第 1 および第 2 バスライン 1, 2 間に、複数の機器 3 a, 3 b, 3 c, 3 d, 3 e が接続されている。各機器 3 (以下同様に、各機器 3 a ~ 3 e を総称するときには、添字 a ~ e を省略して示す場合がある)

は、航空機の制御のための機器であり、たとえば機器 3 a は操縦桿であり、機器 3 c はバスライン制御機器であり、飛行制御コンピュータ機能を含み(以下、飛行制御コンピュータという)、機器 3 e は舵を駆動するアクチュエータである。

【0005】各機器 3 は、2 対の送信部 4 a, 4 b および受信部 5 a, 5 b をそれぞれ有し、各機器 3 の一方の対を成す送信部 4 a および受信部 5 a は、第 1 バスライン 1 にカプラ 6 a を介してそれぞれ接続され、各機器 3 の他方の対を成す送信部 4 b および受信部 5 b は、第 2 バスライン 2 にカプラ 6 b を介してそれぞれ接続されている。各カプラ 6 a, 6 b は、2 つの光を 1 つの光に結合させることができる部分と、1 つの光を 2 つの光に分岐させることができる部分とを有している。

【0006】各機器 3 の送信部 4 a から送信される光信号は、各カプラ 6 a によって結合され、第 1 バスライン 1 に送出される。第 1 バスライン 1 によって導かれている光信号は、各カプラ 6 a によって分岐され、各機器 3 の受信部 5 a から受信することができる。また各機器 3 の送信部 4 b から送信される光信号は、各カプラ 6 b によって結合され、第 2 バスライン 2 に送出される。第 2 バスライン 2 によって導かれている光信号は、各カプラ 6 b によって分岐され、各機器 3 の受信部 5 b から受信することができる。

【0007】このような光データバス構造によって接続される各機器 3 は、相互に信号を転送することができる。前述した航空機の操縦系統として採用される場合を例に挙げて、具体的に説明すると、パイロットによって操縦桿 3 a が操作されると、その操作量を表す信号が操縦桿 3 a の各送信部 4 a, 4 b から送信される。操縦桿 3 a の各送信部 4 a, 4 b から送信された信号は、第 1 および第 2 バスラインによって導かれ、残余の各機器 3 b ~ 3 e において受信される。この信号には受信先が指定されており、飛行制御コンピュータ 3 c だけが、操縦桿 3 a からの信号に対してตอบสนองし、舵の駆動量を表す信号を、飛行制御コンピュータ 3 c の各送信部 4 a, 4 b から送信する。飛行制御コンピュータ 3 c の各送信部 4 a, 4 b から送信された信号は、第 1 および第 2 バスライン 1, 2 によって導かれ、残余の各機器 3 a, 3 b, 3 d, 3 e において受信される。この信号には受信先が指定されており、舵を駆動するアクチュエータ 3 e だけが、飛行制御コンピュータ 3 c からの信号にตอบสนองし、その信号の表す駆動量だけ舵を駆動する。

【0008】またこのように舵が駆動されると、舵が周囲の大気から受ける抵抗力が変化する。アクチュエータ

3 e は、この抵抗力を検出することが可能であり、検出された抵抗力を表す信号がアクチュエータ 3 e の各送信部 4 a , 4 b から送信される。アクチュエータ 3 e の各送信部 4 a , 4 b から送信された信号は、第 1 および第 2 バスライン 1 , 2 によって導かれ、残余の各機器 3 a ~ 3 d において受信される。この信号には受信先が指定されており、飛行制御コンピュータ 3 c だけが、アクチュエータ 3 e からの信号に対して応答し、操縦フィードルを表す信号を、飛行制御コンピュータ 3 c の各送信部 4 a , 4 b から送信する。飛行制御コンピュータ 3 c の各送信部 4 a , 4 b から送信された信号は、第 1 および第 2 バスライン 1 , 2 によって導かれ、残余の各機器 3 a , 3 b , 3 d , 3 e において受信される。この信号には受信先が指定されており、操縦桿 3 a だけが、飛行制御コンピュータ 3 c からの信号に反応し、その信号の表す操縦フィードルに対応した反力を発生させる。

【 0 0 0 9 】このような従来技術では、各機器 3 と第 1 および第 2 バスライン 1 , 2 とを接続するケーブルとして同一の構成を有する各ケーブル 6 a , 6 b を用い、かつ各機器 3 間において相互に信号の転送を可能にするために、各機器 3 は 2 対の送信部 4 a , 4 b および受信部 5 a , 5 b を備える。これによって前述のように各機器 3 間での信号の転送が可能になっている。

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、第 1 および第 2 バスライン 1 , 2 には、各ケーブル 6 a , 6 b が直列に設けられており、第 1 および第 2 バスライン 1 , 2 によって導かれている信号は、各ケーブル 6 a , 6 b において分岐されるので、信号の導かれる方向、すなわち第 1 バスライン 1 においては一方向、第 2 バスライン 2 においては他方向下流側になるにつれて、信号の強度が低下する。したがって各機器 3 間での信号の転送を可能にするためには、相互に最も離れた位置にある各機器 3 a , 3 e 間における信号の転送を可能にしなればならず、第 1 および第 2 バスライン 1 , 2 によって接続することが可能な機器 3 の数が制限されてしまう。

【 0 0 1 1 】また第 1 および第 2 バスライン 1 , 2 は、信号を導くことが可能な方向を有するので、各機器 3 間で相互に信号の転送を可能にするために、各機器 3 は、第 1 および第 2 バスライン 1 , 2 に信号をそれぞれ送信する 2 つの送信部 4 a , 4 b をそれぞれ備える必要があるとともに、第 1 および第 2 バスライン 1 , 2 からの信号をそれぞれ受信する 2 つの受信部 5 a , 5 b をそれぞれ備える必要がある。しかしながら各機器 3 から送信される信号は、その受信先が残余の機器 3 のうちの 1 つの機器であり、その機器以外の機器に転送される信号は、無駄になる。

【 0 0 1 2 】特に第 1 バスライン 1 に一方向の最も上流側で、かつ第 2 バスライン 2 に他方向の最も下流側で接続される機器 3 a では、送信部 4 b から第 2 バスライン

2 に送り出される信号は、この信号を受信する機器が存在しないので無駄な信号となり、また受信部 5 a で受信する信号は全く存在しない。また第 1 バスライン 1 に一方向の最も下流側で、かつ第 2 バスライン 2 に他方向の最も上流側で接続される機器 3 e では、送信部 4 a から第 1 バスライン 1 に送り出される信号は、この信号を受信する機器が存在しないので無駄な信号となり、また受信部 5 b で受信する信号は全く存在しない。

【 0 0 1 3 】さらに各ケーブル 6 a , 6 b は、光を透過させることによって、分岐および結合するいわゆるパッシブなケーブルであり、各送信部 4 a , 4 b からの信号を結合して、第 1 および第 2 バスライン 1 , 2 に送り出すことができ、かつ第 1 および第 2 バスライン 1 , 2 の信号を分岐させて各受信部 5 a , 5 b から受信させることができる。このような各ケーブル 6 a , 6 b は、その構成上、各機器 3 毎に、送信部 4 a と受信部 5 a とを接続し、また送信部 4 b と受信部 5 b とを接続して、各機器 3 においていわゆるループバックラインを形成してしまい、各送信部 4 a , 4 b から送出された信号は、第 1 および第 2 バスライン 1 , 2 に送出されると同時に分岐されて、その信号が送信した機器 3 自身に戻ってきってしまう。

【 0 0 1 4 】このように信号の無駄が多くなるので、機器 3 の接続数が制限されてしまう。これに対して、機器 3 の接続数を多くするために、各送信部 4 a , 4 b から出力する信号の強度を高くすることが考えられるけれども、近い位置にある 2 つ機器 3 間においては、逆に受信強度が高くなりすぎてしまい、信号の認識が困難になる。このため、各受信部 5 a , 5 b を保護するために、アテネータおよび保護回路などの受信部を保護する手段を設ける必要があり、また広いダイナミックレンジの信号を転送可能にする必要がある。さらに現状の各ケーブル 6 a , 6 b などを用いて、接続可能な機器の数を多くするためには、現状よりも低損失の光伝送路が必要、すなわち各バスライン 1 , 2 に用いられる光ファイバを低損失とする必要がある。

【 0 0 1 5 】しかしながらこれらの各ケーブル 6 a , 6 b 、および光ファイバなど、光信号を伝送するための手段の改良は、困難であり、現状においてパッシブの光ケーブルを用いた光データバスでは、一般のデータバスプロトコル規定の端末数を実現することが困難である。このような理由から、パッシブなケーブルが用いられるリニア形の光データバスで、光信号を効率良く転送し、多数の機器を接続することができる光データバス構造が要求されている。

【 0 0 1 6 】したがって本発明の目的は、光信号を効率良く転送することができるリニア形の伝送路を用いた多端末光データバス構造を提供し、また多数の機器を接続することができるリニア形光伝送路を用いた多端末光データバス構造を提供することである。

【 0017 】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の本発明は、一方向に光信号を導く第1バスラインと、一方向とは異なる他方向に光信号を導く第2バスラインと、第1バスラインに接続される送信部と、第2バスラインに接続される受信部とをそれぞれ有し、第1および第2バスライン間に並列に接続される複数の端末機器と、第1バスラインに各端末機器よりも前記一方向下流側で接続される受信部と、第2バスラインに各端末機器よりも前記他方向上流側で接続される送信部とを有し、各端末機器から受信部を介して受信される第1光信号に回答して、送信部を介して第2光信号を各端末機器に送信するバスライン制御機器とを含むことを特徴とするリニア形光伝送路を用いた多端末光データバス構造である。

【0018】本発明に従えば、第1および第2バスラインには、複数の端末機器が並列に接続されるとともに、バスライン制御機器が接続されている。各端末機器は、送信部をそれぞれ有し、これら各送信部は、第1バスラインに接続されている。これによって各端末機器は、各送信部から第1光信号を送信することができ、その第1光信号は、第1バスラインによって一方向に導かれる。またバスライン制御機器は、受信部を有し、この受信部は、第1バスラインに各端末機器よりも一方向下流側で接続されている。これによってバスライン制御機器は、各端末機器から送信されて第1バスラインによって導かれる第1光信号を、受信部から受信することができる。

【0019】またバスライン制御機器は、送信部を有し、この送信部は、第2バスラインに接続されている。これによってバスライン制御機器は、第1光信号に回答して、送信部から第2光信号を送信することができ、その第2光信号は第2バスラインによって他方向に導かれる。また各端末機器は、受信部をそれぞれ有し、これら各受信部は、第2バスラインにバスライン制御機器よりも他方向下流側で接続されている。すなわちバスライン制御機器の送信部は、第2バスラインに各端末機器よりも他方向上流側で接続されている。これによって各端末機器は、バスライン制御機器から送信されて第2バスラインによって導かれる第2光信号を受信部から受信することができる。

【0020】このような構成によって、各端末機器とバスライン制御機器とは、相互に信号を転送することができる。さらに各端末機器は、バスライン制御機器を介して、相互に信号を転送することができる。したがって各端末機器およびバスライン制御機器は、一对の送信部および受信部を備えるだけで、各機器間での信号の転送が可能になる。また各端末機器の信号の送信方向下流側に、各端末機器からの信号の受信先であるバスライン制御機器が設けられるので、各端末機器から送信される信号は、その受信先であるバスライン制御機器によって必ず受信され、無駄になることがない。さらにバスライン

制御機器の信号の送信方向下流側に、各端末機器が設けられ、各端末機器のいずれか1つの機器がバスライン制御機器からの信号の受信先であるので、バスライン制御機器から送信される信号は、その受信先である各端末機器のうちのいずれか1つの機器によって必ず受信され、無駄になることがない。

【0021】さらに第1バスラインによって導かれる第1光信号は、他の機器に分岐されて受信されずにバスライン制御機器だけによって受信される。これによって各端末機器からバスライン制御機器に信号を転送するにあたって、各端末機器から送信する第1光信号の強度は、第1バスラインにおける光信号の減衰だけを考慮して選択すればよく、従来と比較して低い強度の信号であっても、受信先であるバスライン制御機器で受信することが可能である。

【0022】請求項2記載の本発明は、請求項1記載の発明の構成において、バスライン制御機器は、複数対の受信部と送信部とを有し、バスライン制御機器の各受信部には、個別の第1バスラインがそれぞれ接続され、バスライン制御機器の各送信部には、個別の第2バスラインがそれぞれ接続され、各対を成すバスライン制御機器の受信部および送信部にそれぞれ接続される第1および第2バスライン間に、複数の端末機器がそれぞれ接続されることを特徴とする。

【0023】本発明に従えば、バスライン制御機器は、複数対の受信部と送信部とを有している。バスライン制御機器の各受信部および各送信部には、個別の第1および第2バスラインがそれぞれ接続されている。このような各対を成すバスライン制御機器の受信部および送信部にそれぞれ接続され、対を成す各第1および第2バスライン間には、複数の端末機器がそれぞれ接続されている。このようにしてバスラインと複数の端末機器とは、各端末機器が複数のグループに分けられた状態で、各グループ毎に独立した第1および第2バスラインによって接続されている。これによってバスライン制御機器と各端末機器とは、各グループ毎に、独立した第1および第2バスラインを介して、相互に信号を転送することができる。また同一グループ内の各端末機器は、バスライン制御機器を介して相互に信号を転送できるとともに、異なるグループ間でも、各端末機器は、バスライン制御機器を介して相互に信号を転送することができる。バスライン制御機器に、1組みの対を成す第1および第2バスラインによって相互に信号の転送が可能な端末機器数は、第1および第2バスラインにおける光信号の減衰などの理由から制限されるけれども、バスライン制御機器に複数対の第1および第2バスラインを接続し、各端末機器を複数のグループに分けてバスライン制御機器に接続することによって、前述の理由に左右されることなく、バスライン制御機器に、多数の端末機器を接続することができる。したがって、従来と比べて多く

10

20

30

40

50

の機器を接続し、これら各機器間で相互に信号を転送することが可能になる。

【0024】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の一形態のリニア形光伝送路を用いた多端末光データバス構造を示す回路図である。多端末光データバス構造は、たとえば、航空機においてフライバイライト方式の操縦系統を実現するために、操縦桿、飛行制御コンピュータおよび舵駆動用アクチュエータなどの機器間で相互に光信号の転送を可能にする手段として採用されるデータバス構造である。多端末光データバス構造は、複数の機器間で光信号を用いて相互に情報の伝達をするにあたり、多数の機器間で光信号の転送を可能にするためのデータバス構造であって、2つの第1バスライン10、11と、2つの第2バスライン12、13と、各第1および第2バスライン10、11；12、13に接続されるリモートターミナルとなる複数の端末機器14a、14b、14c、14d；15a、15b、15c、15dと、各第1および第2バスライン10、11；12、13間に接続されるバスライン制御機器であるバスコントローラ機器16を含む。

【0025】各第1バスライン10、11は、たとえば光ファイバによって実現され、一方向B1、C1に光信号を導くことができる。各第2バスライン12、13は、各第1バスライン10、11と同様にたとえば光ファイバによって実現され、各一方向B1、C1とは異なる他方向B2、C2に光信号を導くことができる。第1および第2バスライン10、12は、対を成し、また第1および第2バスライン11、13は、対を成している。このように2組の対を成す第1および第2バスライン10、11；12、13が設けられている。

【0026】複数の端末機器14a～14d；15a～15dのうち、各端末機器14a～14dは、一方の対を成す第1および第2バスライン10、12間に並列に接続される。各端末機器14a～14dは、第1バスライン10に接続される送信部17a、17b、17c、17dと、第2バスライン12に接続される受信部18a、18b、18c、18dとをそれぞれ有する。残余の各端末機器15a～15dは、他方の対を成す第1および第2バスライン11、13間に接続される。各端末機器15a～15dは、第1バスライン11に接続される送信部19a、19b、19c、19dと、第2バスライン13に接続される受信部20a、20b、20c、20dとをそれぞれ有する。以下、各端末機器14a～14d；15a～15d、各送信部17a～17d；19a～19d、および各受信部18a～18d；20a～20dをそれぞれ総称するときには、添字a～dを省略して示す場合がある。

【0027】バスコントローラ機器16は、各第1バスライン10、11に各端末機器14、15よりも各一方

向B1、C1下流側で接続される受信部21、22と、各第2バスライン12、13に各端末機器14、15よりも他方向B2、C2上流側で接続される送信部23、24とを有している。このバスコントローラ機器16は、各端末機器14、15から受信部21、22を介して入力される第1光信号にตอบสนองして、送信部23、24を介して第2光信号を各端末機器14、15に向けて出力する。

【0028】換言すれば、バスコントローラ機器16は、複数対(本形態において2対)の受信部21、22と送信部23、24とを有し、バスコントローラ機器16の各受信部21、22には、個別の第1バスライン10、11がそれぞれ接続され、バスコントローラ機器16の各送信部23、24には、個別の第2バスライン12、13がそれぞれ接続される。さらにバスライン制御機器16の各対を成す受信部21、22および送信部23、24にそれぞれ接続されて、個別に対を成す第1および第2バスライン10、11；12、13間に、複数の端末機器14、15がそれぞれ接続される。このように、バスライン制御機器16と複数の端末機器14、15とは、各端末機器14、15が複数(本形態では2)のグループ、すなわち各端末機器14のグループと各端末機器15のグループに分けられた状態で、各グループ毎に個別の第1および第2バスライン10、12、または第1および第2バスライン11、13によって接続されている。

【0029】第1バスライン10には、複数の結合用光カプラ30a、30b、30c、30dが直列に介在されるとともに、各結合用光カプラ30a～30dの一方向B1下流側に分岐用光カプラ31が介在され、第2バスライン12には、複数の分岐用光カプラ33a、33b、33c、33dが直列に介在されるとともに、各分岐用光カプラ33a～33dの他方向B2上流側に結合用光カプラ34が介在されている。また第1バスライン11には、複数の結合用光カプラ35a、35b、35c、35dが直列に介在されるとともに、各結合用光カプラ35a～35dの一方向C1下流側に分岐用光カプラ36が介在され、第2バスライン13には、複数の分岐用光カプラ37a、37b、37c、37dが直列に介在されるとともに、各分岐用光カプラ37a～37dの他方向C2上流側に結合用光カプラ38が介在されている。以下、各結合用カプラ30a～30d；35a～35d、および各分岐用光カプラ33a～33d；37a～37dをそれぞれ総称するときには、添字a～dを省略して示す場合があり、また各結合用光カプラ34、38および各分岐用光カプラ31、36をも併せて、単に「カプラ」と略称する場合がある。

【0030】各カプラ30、31；33、34；35、36；37、38は、同様の構成を有する分岐結合器によって実現され、配置方向を選択して、光信号を結合す

る結合用光カプラまたは光信号を分岐する分岐用光カプラとして、選択的に用いることができる。各カプラ 30, 31; 33, 34; 35, 36; 37, 38 には、たとえばビーム集合形、ハーフミラー形、導波路結合形、分布結合形および部分反射形の分岐結合器、すなわち光信号を透過させることによって光信号を分岐および結合する、いわゆるパッシブな光カプラが用いられる。

【0031】第1バスライン10に介在される各カプラ30と、各端末機器14の各送信部17とは、たとえば光ファイバによって実現される第1端末用ライン40 a, 40 b, 40 c, 40 d を用いてそれぞれ接続される。これによって各端末機器14の各送信部17は、各カプラ30を介して第1バスライン10に接続される。各端末機器14は、各送信部17から第1光信号を送信することができ、送信された第1光信号は、各カプラ30によって結合され、第1バスライン10によって一方向B1に導かれる。第1バスライン10に介在されるカプラ31と、バスコントローラ機器16の受信部21とは、たとえば光ファイバによって実現される第1制御機器用ライン41を用いてそれぞれ接続される。これによってバスコントローラ機器16の受信部21は、カプラ31を介して第1バスライン10に接続される。バスコントローラ機器16は、第1バスライン10によって導かれ、カプラ31によって分岐される第1光信号を、受信部21から受信することができる。

【0032】第2バスライン12に介在される各カプラ33と、各端末機器14の各受信部18とは、たとえば光ファイバによって実現される第2端末用ライン42 a, 42 b, 42 c, 42 d を用いてそれぞれ接続される。これによって各端末機器14の各受信部18は、各カプラ33を介して第2バスライン12に接続される。各端末機器14は、第2バスライン12によって導かれ、各カプラ33によって分岐される第2光信号を、受信部18から受信することができる。第2バスライン12に介在されるカプラ34と、バスコントローラ機器16の送信部23とは、たとえば光ファイバによって実現される第2制御機器用ライン43を用いてそれぞれ接続される。これによってバスコントローラ機器16の送信部23は、カプラ34を介して第2バスライン12に接続される。バスコントローラ機器16は、送信部23から第2光信号を送信することができ、送信された第2光信号は、カプラ34によって結合され、第2バスライン12によって他方向B2に導かれる。

【0033】また第1バスライン11に介在される各カプラ35と、各端末機器15の各送信部19とは、たとえば光ファイバによって実現される第1端末用ライン45 a, 45 b, 45 c, 45 d を用いてそれぞれ接続される。これによって各端末機器15の各送信部19は、各カプラ35を介して第1バスライン11に接続される。各端末機器15は、各送信部19から第1光信号を

送信することができ、送信された第1光信号は、各カプラ35によって結合され、第1バスライン11によって一方向C1に導かれる。第1バスライン11に介在されるカプラ36と、バスコントローラ機器16の受信部22とは、たとえば光ファイバによって実現される第1制御機器用ライン46を用いてそれぞれ接続される。これによってバスコントローラ機器16の受信部22は、カプラ36を介して第1バスライン11に接続される。バスコントローラ機器16は、第1バスライン11によって導かれ、カプラ36によって分岐される第1光信号を、受信部22から受信することができる。

【0034】第2バスライン13に介在される各カプラ37と、各端末機器15の各受信部20とは、たとえば光ファイバによって実現される第2端末用ライン47 a, 47 b, 47 c, 47 d を用いてそれぞれ接続される。これによって各端末機器15の各受信部20は、各カプラ37を介して第2バスライン13に接続される。各端末機器15は、第2バスライン13によって導かれ、各カプラ37によって分岐される第2光信号を、受信部20から受信することができる。第2バスライン13に介在されるカプラ38と、バスコントローラ機器16の送信部24とは、たとえば光ファイバによって実現される第2制御機器用ライン48を用いてそれぞれ接続される。これによってバスコントローラ機器16の送信部24は、カプラ38を介して第2バスライン13に接続される。バスコントローラ機器16は、送信部24から第2光信号を送信することができ、送信された第2光信号は、カプラ38によって結合され、第2バスライン13によって他方向C2に導かれる。

【0035】図2は、バスコントローラ機器16の構成を具体化して示す多端末光データバス構造の回路図である。バスコントローラ機器16は、EOTランシーバ(Electrical Optical Transceiver)50と、プロトコルコントローラ51とを備えている。EOTランシーバ50は、光信号を電気信号に変換し、また逆に電気信号を光信号に変換するための手段である。プロトコルコントローラ51は、予め設定されているプロトコル、すなわち各機器14, 15, 16間で、相互に信号を転送するにあたって、信号を円滑に転送するために各種の制御情報および信号の転送の手順を規定する規約に従って、各機器14, 15, 16間での信号の転送を制御する。本形態では、バスコントローラ機器16からのコマンド(命令)に対して、各端末機器14, 15がレスポンス(応答)を返す、いわゆるコマンドレスポンス方式(たとえば、MIL-STD-1553など)のプロトコルが採用される。またプロトコルコントローラ51は、各機器14, 15, 16間での信号の転送を制御することに加えて、各端末機器14, 15から送られて来る信号を演算処理することができる。

【0036】EOTランシーバ50は、各受信部21,

22 および各送信部 23, 24 を有するとともに、加えて受信側バッファ 53 および送信側バッファ 52 を有している。各受信部 21, 22 は、フォトダイオード (PD: photodiode)、およびアバランシェフォトダイオード (APD: avalanche photodiode) などから成る受光素子によってそれぞれ実現され、光信号を電気信号に変換する。各送信部 23, 24 は、発光ダイオード (LED: light emitting diode)、およびレーザダイオード (LD: laser diode) などから成る発光素子によってそれぞれ実現され、電気信号を光信号に変換する。

【0037】送信側バッファ 52 は、バスコントローラ機器 16 から各端末機器 14, 15 に光信号を発信するにあたって、プロトコルコントローラ 51 から指示される送信内容を一時的に記憶し、プロトコルコントローラ 51 からの出力速度と、各送信部 23, 24 からの光信号の送信速度との差異を吸収している。また受信側バッファ 53 は、バスコントローラ機器 16 も各端末機器 14, 15 からの光信号を入力するにあたって、各受信部 21, 22 によって受信された信号を一時的に記憶し、プロトコルコントローラ 51 による入力された信号の処理速度と、各端末機器 14, 15 からの光信号を各受信部 21, 22 によって受信する受信速度との差異を吸収している。

【0038】各受信部 21, 22 と、受信側バッファ 53 との間には、選択回路 55 が介在されており、各受信部 21, 22 において各端末機器 14, 15 からの信号が受信されると、その信号は選択回路 55 に入力され、各受信部 21, 22 で受信される信号が選択的に受信側バッファ 53 に与えられる。また各送信部 23, 24 と、送信側バッファ 52 との間には、選択回路 56, 57 がそれぞれ介在されている。選択回路 56, 57 には、送信側バッファ 52 から信号がそれぞれ与えられるとともに、各送信部 23, 24 と対を成す各受信部 21, 22 とは反対側の受信部で受信した信号が与えられる。送信部 23 と送信側バッファ 52 との間に介在される選択回路 56 には、送信側バッファ 52 から信号が与えられるとともに、受信部 22 において受信された信号が与えられ、この選択回路 56 は、送信側バッファ 52 および受信部 22 から与えられる信号を選択的に送信部 23 に与える。送信部 24 と送信側バッファ 52 との間に介在される選択回路 57 には、送信側バッファ 52 から信号が与えられるとともに、受信部 21 において受信された信号が与えられ、この選択回路 57 は、送信側バッファ 52 および受信部 21 から与えられる信号を選択的に送信部 24 に与える。

【0039】各端末機器 14, 15 は、前述のように各送信部 17, 19 および各受信部 18, 20 を有しており、これら各送信部 17, 19 および各受信部 18, 20 は、バスコントローラ機器 16 の各送信部 23, 24 および各受信部 21, 22 とそれぞれ同様の構成を有し

ている。また各送信部 17, 19 および各受信部 18, 20 は、EOTランシーバにそれぞれ備えられており、各ランシーバは、図示しない送信側バッファおよび受信側バッファを有している。これらの各端末機器 14, 15 のEOTランシーバが有する送信側バッファおよび受信側バッファは、バスコントローラ機器 16 のEOTランシーバ 50 が有する送信側バッファ 52 および受信側バッファ 53 と同様の構成を有している。

【0040】また各端末機器 14, 15 は、各端末機器 14, 15 を制御するコントローラをそれぞれ備えており、このコントローラからの信号は、EOTランシーバの送信側バッファに与えられ、送信部 17, 19 によって光信号に変換されてバスコントローラ機器 16 に送信される。また各端末機器 14, 15 の受信部 18, 20 において受信される信号は、この受信部 18, 20 において電気信号に変換されて受信側バッファからコントローラに与えられる。

【0041】このような光データバス構造によって接続される各機器 14, 15, 16 は、そのうちの1つであるバスコントローラ機器 16 に、各機器 14, 15, 16 間での通信を制御する機能を保有させて、各端末機器 14, 15 とバスコントローラ機器 16 との間で信号を転送することができるとともに、各端末機器 14, 15 間においても、バスコントローラ機器 16 を介して信号を転送することができる。すなわち各機器 14, 15, 16 間において、相互に信号を転送することができる。詳しく述べると、バスコントローラ機器 16 から各端末機器 14, 15 に、各端末機器 14, 15 がたとえば操作者によって操作されたらその情報を表す信号を送信するように命令が与えられ、これにตอบสนองして、各端末機器 14, 15 は、たとえば操作者が操作したときにその操作の内容を表す第1光信号を送信し、さらにバスコントローラ機器 16 は、この第1光信号にตอบสนองして、その第1光信号を処理し、または処理しないで、その第1光信号に対応した第2光信号、たとえば各端末機器の動作を指令する信号を、各機器 14, 15 に向けて送信する。

【0042】このような多端末光データバス構造を、前述の航空機のフライバイライト方式の操縦系統に採用する場合において、一例を挙げると、各端末機器 14 は、パイロットが航空機を操縦するために操作する操縦入力用機器であり、操縦桿、ペダル、アクティブサイドステイック、およびコレクティブピッチレバーなどに相当する機器である。また各端末機器 15 は、航空機の舵を駆動するためのアクチュエータであり、翼全体を角変位させるアクチュエータ、および翼に設けられるフラップを変位させるためのアクチュエータなどに相当する機器である。さらにバスコントローラ機器 16 は、航空機の飛行状態を管理および制御する機器であり、たとえば飛行制御コンピュータに相当する。

【0043】この航空機の操縦系統として用いられる場

合を例に挙げて、具体的に説明すると、パイロットによって操縦桿 14 a が操作されると、その操作量を表す信号が操縦桿 14 a の送信部 17 a から第 1 バスライン 10 に送出される。操縦桿 14 a の送信部 17 a から送出される信号は、飛行制御コンピュータ 16 において、第 1 バスライン 10 から取り込まれ、受信部 21 から受信される。飛行制御コンピュータ 16 は、操縦桿 14 a からの信号に対して応答し、プロトコルコントローラ 51 によって舵の駆動量を表す信号が生成され、この信号が飛行制御コンピュータ 16 の各送信部 23, 24 から各第 2 バスライン 12, 13 にそれぞれ送出される。飛行制御コンピュータ 16 の各送信部 23, 24 から送出される信号は、各端末機器 14, 15 において受信されるけれども、その信号の受信先が指定されており、舵を駆動するアクチュエータ 15 a だけが、飛行制御コンピュータ 16 からの信号に回答し、その信号の表す駆動量だけ舵を駆動する。

【0044】またこのように舵が駆動されると、舵が周囲の大気から受ける抵抗力が変化する。この抵抗力は、アクチュエータ 15 a によって検出することが可能であり、アクチュエータ 15 a は、検出された抵抗力を表す信号がアクチュエータ 15 a の送信部 19 a から第 1 バスライン 11 に送出される。アクチュエータ 15 a の送信部 19 a から送出される信号は、飛行制御コンピュータ 16 において受信され、アクチュエータ 15 a からの信号に対して応答し、プロトコルコントローラ 51 によって操縦フィードバックを表す信号が生成され、この信号が飛行制御コンピュータ 16 の各送信部 23, 24 から各第 2 バスライン 12, 13 にそれぞれ送出される。飛行制御コンピュータ 16 の各送信部 23, 24 から送出される信号は、各端末機器 14, 15 において受信されるけれども、その信号の受信先が指定されており、操縦桿 14 a だけが、飛行制御コンピュータ 16 からの信号に回答し、その信号の表す操縦フィードバックに対応した反力を発生させる。

【0045】このように、各端末機器 14, 15 とバスコントローラ機器 16 とは、各端末機器 14, 15 が 2 つのグループに分けられた状態で接続されており、各グループ毎に、個別の第 1 および第 2 バスラインを介して、相互に信号を転送することができる。また同一グループ内の各端末機器、すなわち各端末機器 14 または各端末機器 15 は、バスコントローラ機器 16 を介して相互に信号を転送することができる。このように複数の端末機器 14, 15 を複数のグループに分けて、バスコントローラ機器 16 に接続することによって、バスコントローラ機器 16 が各信号の転送の中継手段として機能するので、各機器 14, 15, 16 の EOTransceiver のダイ

ナミックレンジ、すなわち最大受信可能レベルに過度の要求をすることなく、従来と比べて多く（約 2 倍）の機器 14, 15, 16 を接続し、これら各機器 14, 15, 16 間で相互に信号を転送することが可能になる。しかも従来と同様のプロトコルを採用することができる。

【0046】また各グループ毎に見た場合に、各端末機器 14（または各端末機器 15）とバスコントローラ機器 16 とは、一対の送信部 17, 23 および受信部 18, 21（または送信部 19, 24 および受信部 20, 22）をそれぞれ備えるだけで、各機器 14, 16 間（または各機器 15, 16 間）での相互の信号の転送が可能になる。さらにバスコントローラ機器 16 にだけ、複数対送信部 23, 24 および受信部 21, 22 を備えることによって、前述のように多数の端末機器 14, 15 を接続することができる。したがって従来と比較して送信部および受信部の個数を削減され、これによってこれらの送信部および受信部と第 1 および第 2 バスラインとの接続のためのラインも削減され、各端末機器を小型化し、かつ必要電力を少なくすることができる。また、費用を低減することができ、設置スペースも小さく、軽量化が望まれる航空機には有用である。

【0047】また各機器 14, 15, 16 から送信される信号は、その送信方向（各方向 B1, B2 および他方向 C1, C2）下流側に設けられる機器 14, 15, 16 によって必ず受信されるので、各機器 14, 15, 16 の送信部 17, 19, 23, 24 から送信される信号が無駄になることがない。さらに第 1 バスライン 10, 11 によって導かれる第 1 光信号は、他の機器に分岐されて受信されずにバスコントローラ機器 16 だけによって受信されるので、各端末機器 14, 15 から送信される第 1 光信号は、第 1 バスライン 10, 11 における減衰だけを考慮すればよく、従来と比較して低い強度の信号であっても、受信先であるバスコントローラ機器 16 で受信することが可能である。

【0048】このように多くの機器 14, 15, 16 を接続して相互の信号の転送が可能なる光データバス構造は、たとえば前述した航空機のように多数の機器を備え、これらの各機器間で相互に信号を転送する必要がある機械および装置などに有用な情報伝達機構である。また従来のようにループバックラインが形成されないの

で、従来必要とした受信部を保護するためのアテナータなどの保護手段が不要になる。これによって各機器の EOTransceiver の構成が簡略化され、各機器を小型化し、かつ必要電力を少なくすることができる。費用を低減することができる。

【0049】上述の形態は、本発明の一例に過ぎず、本発明はこの形態に限定されるものではなく、各構成の変更は勿論可能である。たとえば、光データバス構造が航空機の操縦系統に採用される場合を例に挙げ、操縦桿 14 a と舵を駆動するアクチュエータ 15 a との間で信号

を転送するにあたって、飛行制御コンピュータ16において信号を変換、すなわち与えられる信号に基づいて新たに信号を生成し、信号の転送するように説明したけれども、各選択回路56, 57を有するので、プロトコルコントローラ51を介することなく、各受信部21, 22で受信される信号を各送信部23, 24に直接与えることができ、バスコントローラ機器16で演算などの処理をする必要がない場合には、信号の転送時間を短くすることができる。このような迅速な信号の転送は、高速で飛行する航空機において、迅速な操縦を実現し、より安全性の高い飛行を実現することができる。さらに選択回路56に受信部21で受信した信号が直接与えられるようにし、選択回路56に受信部22で受信した信号が直接与えられるようにし、前述と同様に信号を迅速に転送することができるようにしてもよい。

【0050】また各端末機器14, 15の例として、操縦桿およびアクチュエータを挙げたけれども、各端末機器14, 15は、計器類および警報機器などであってもよい。また航空機の操縦系統に限定されることはなく、工場に備えられる複数の工作機械、これら各工作機械を制御するコンピュータなどの機器間で、相互に情報を伝達するために用いるようにしてもよい。さらにバスコントローラ機器は3対以上の送信部および受信部を有し、これに対応して各端末機器を3つ以上のグループに分けるようにしてもよい。

【0051】

【発明の効果】請求項1記載の本発明によれば、第1および第2バスラインには、複数の端末機器が並列に接続されるとともに、バスライン制御機器が接続されている。各端末機器は、送信部をそれぞれ有し、これら各送信部は、第1バスラインに接続されている。これによって各端末機器は、各送信部から第1光信号を送信ことができ、その第1光信号は、第1バスラインによって一方向に導かれる。またバスライン制御機器は、受信部を有し、この受信部は、第1バスラインに各端末機器よりも一方向下流側で接続されている。これによってバスライン制御機器は、各端末機器から送信されて第1バスラインによって導かれる第1光信号を、受信部から受信することができる。

【0052】またバスライン制御機器は、送信部を有し、この送信部は、第2バスラインに接続されている。これによってバスライン制御機器は、第1光信号に回答して、送信部から第2光信号を送信ことができ、その第2光信号は第2バスラインによって他方向に導かれる。また各端末機器は、受信部をそれぞれ有し、これら各受信部は、第2バスラインにバスライン制御機器よりも他方向下流側で接続されている。すなわちバスライン制御機器の送信部は、第2バスラインに各端末機器よりも他方向上流側で接続されている。これによって各端末機器は、バスライン制御機器から送信されて第2バス

インによって導かれる第2光信号を受信部から受信することができる。

【0053】このような構成によって、各端末機器とバスライン制御機器とは、相互に信号を転送することができる。さらに各端末機器は、バスライン制御機器を介して、相互に信号を転送することができる。したがって各端末機器およびバスライン制御機器は、一対の送信部および受信部を備えるだけで、各機器間での信号の転送が可能になる。また各端末機器の信号の送信方向下流側に、各端末機器からの信号の受信先であるバスライン制御機器が設けられるので、各端末機器から送信される信号は、その受信先であるバスライン制御機器によって必ず受信され、無駄になることがない。さらにバスライン制御機器の信号の送信方向下流側に、各端末機器が設けられ、各端末機器のいずれか1つの機器がバスライン制御機器からの信号の受信先であるので、バスライン制御機器から送信される信号は、その受信先である各端末機器のうちのいずれか1つの機器によって必ず受信され、無駄になることがない。

【0054】さらに第1バスラインによって導かれる第1光信号は、他の機器に分岐されて受信されずにバスライン制御機器だけによって受信される。これによって各端末機器からバスライン制御機器に信号を転送するにあたって、各端末機器から送信する第1光信号の強度は、第1バスラインにおける光信号の減衰だけを考慮して選択すればよく、従来と比較して低い強度の信号であっても、受信先であるバスライン制御機器で受信することが可能である。

【0055】請求項2記載の本発明によれば、バスライン制御機器は、複数対の受信部と送信部とを有している。バスライン制御機器の各受信部および各送信部には、個別の第1および第2バスラインがそれぞれ接続されている。このような各対を成すバスライン制御機器の受信部および送信部にそれぞれ接続され、対を成す各第1および第2バスライン間には、複数の端末機器がそれぞれ接続されている。このようにしてバスラインと複数の端末機器とは、各端末機器が複数のグループに分けられた状態で、各グループ毎に独立した第1および第2バスラインによって接続されている。これによってバスライン制御機器と各端末機器とは、各グループ毎に、独立した第1および第2バスラインを介して、相互に信号を転送することができる。また同一グループ内の各端末機器は、バスライン制御機器を介して相互に信号を転送できるとともに、異なるグループ間でも、各端末機器は、バスライン制御機器を介して相互に信号を転送することができる。バスライン制御機器に、1組みの対を成す第1および第2バスラインによって相互に信号の転送を可能にする端末機器数は、第1および第2バスラインにおける光信号の減衰などの理由から制限されるけれども、バスライン制御機器に複数対の第1および第

2バスラインを接続し、各端末機器を複数のグループに分けてバスライン制御機器に接続することによって、前述の理由に左右されることなく、バスライン制御機器に、多数の端末機器を接続することができる。したがって、従来と比べて多くの機器を接続し、これら各機器間で相互に信号を転送することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態の光伝送路を用いた多端末データバス構造を示す回路図である。

【図2】バスライン制御機器16を具体化して、図1に示す光伝送路を用いた多端末データバス構造を示す回路

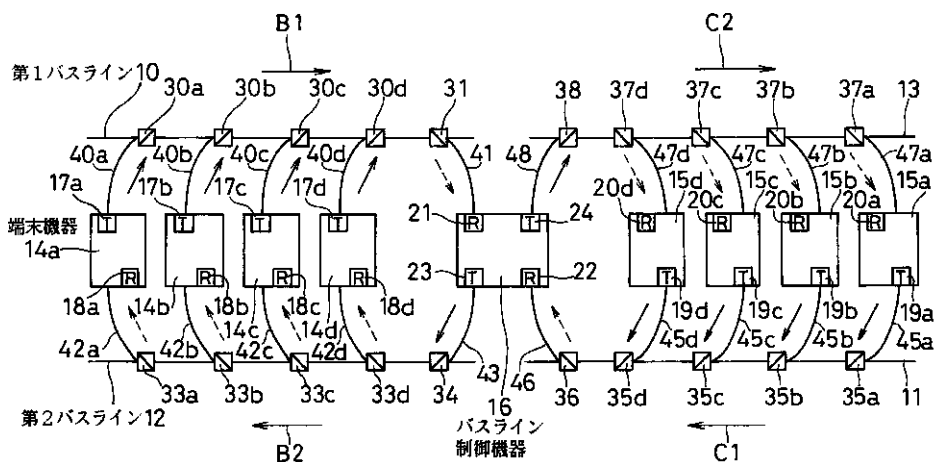
図である。

【図3】従来技術の光伝送路を用いたデータバス構造を示す回路図である。

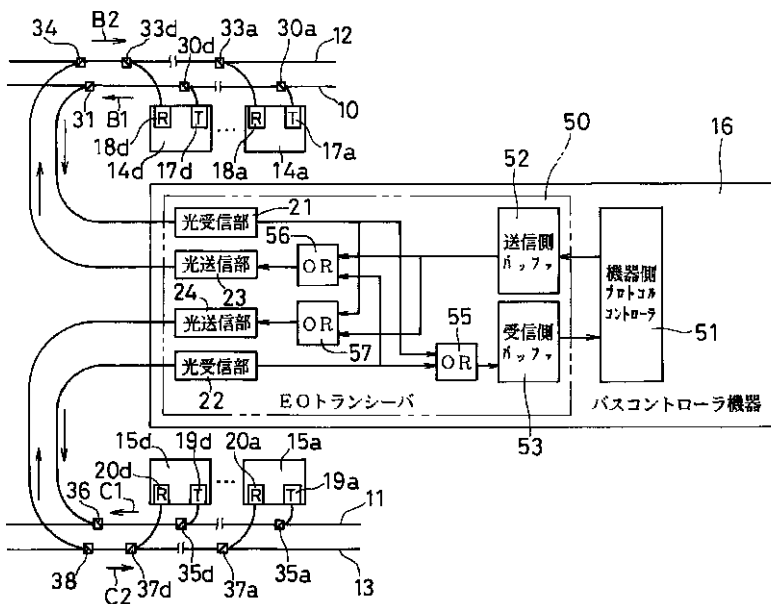
【符号の説明】

- 10, 11 第1バスライン
- 12, 13 第2バスライン
- 14a ~ 14d; 15a ~ 15d 端末機器
- 16 バスコントローラ機器
- 17a ~ 17d; 19a ~ 19d; 23, 24 送信部
- 18a ~ 18d; 20a ~ 20d; 21, 22 受信部

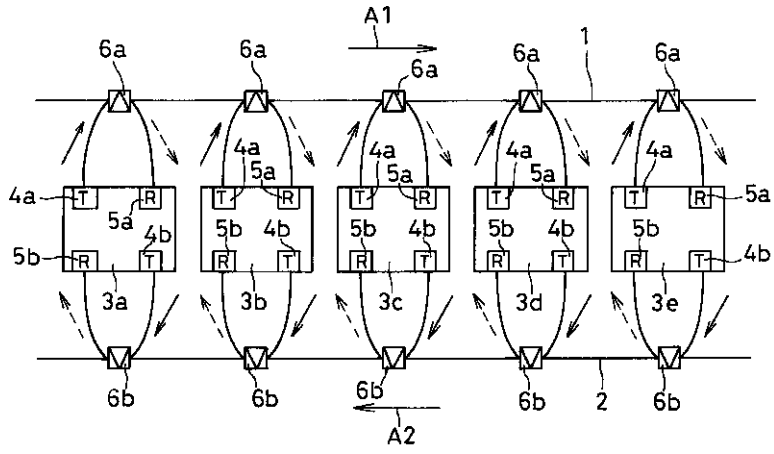
【図1】



【図2】



【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 中田 聡
東京都小平市学園町東町627番5号

(72)発明者 阿閉 裕
岐阜県各務原市川崎町1番地 川崎重工業
株式会社岐阜工場内
Fターム(参考) 5K002 AA01 AA03 AA05 BA04 DA04
DA10 FA01