

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
22 septembre 2011 (22.09.2011)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/114042 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H04J 14/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2011/050487

(22) Date de dépôt international :
10 mars 2011 (10.03.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1051955 18 mars 2010 (18.03.2010) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
FRANCE TELECOM [FR/FR]; 6 place d'Alleray,
F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : PINCEMIN,
Erwan [FR/FR]; Kernevez, F-22290 Gommenec'h (FR).

(74) Mandataire : FRANCE TELECOM
R&D/PIV/BREVETS; LECOMTE Isabelle, 38-40 rue
du Général Leclerc, F-92794 Issy Moulineaux Cedex 9
(FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

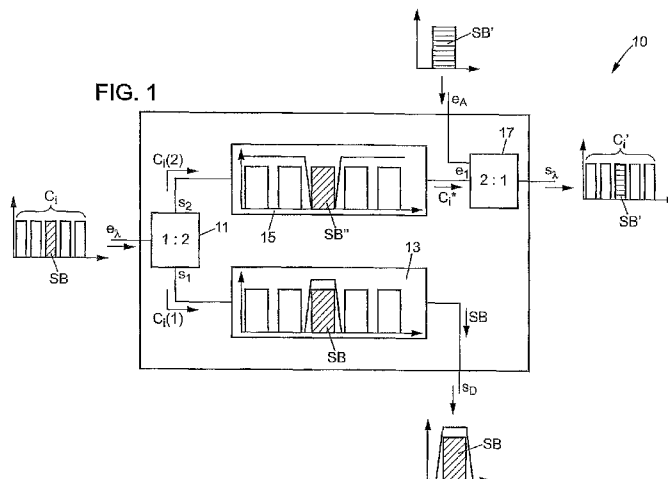
Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND DEVICE FOR INSERTING/EXTRACTING OPTICAL SUBBAND INTO MULTIBAND OPTICAL OFDM SIGNAL

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF D'INSERTION/EXTRACTION D'UNE SOUS-BANDE OPTIQUE DANS UN SIGNAL OPTIQUE DE TYPE OFDM MULTI-BANDES



(57) Abstract : The invention relates to a device (10) for inserting/extracting at least one optical subband into an optical channel (C_i) consisting of a plurality of optical subbands. The device includes an extraction means (13) that is capable of extracting a first optical subband (SB) belonging to the optical channel (C_i), a suppression means (15) that is arranged so as to obtain a filtered optical channel (C_i*) from the optical channel (C_i) wherein at least one second subband (SB'') is suppressed, and a coupling means (17) that is capable of inserting a replacement optical subband (SB') in place of the second subband (SB'') in the filtered optical channel (C_i*) so as to obtain a modified optical channel (C_i'). The invention moreover relates to an optical insertion/extraction switcher (20, 30), using one or more insertion/extraction devices (10), and to the corresponding insertion/extraction methods.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2011/114042 A1



Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

L'invention concerne un dispositif d'insertion/extraction (10) d'au moins une sous-bande optique dans un canal optique (C_i) composé d'une pluralité de sous-bandes optiques, le dispositif comprenant des moyens d'extraction (13) aptes à extraire une première sous-bande optique (SB) appartenant au canal optique (C_i), des moyens de suppression (15) arrangés pour obtenir un canal optique filtré (C_i*) à partir du canal optique (C_i) dans lequel au moins une deuxième sous-bande (SB'') est supprimée et un moyen de couplage (17) apte à insérer une sous-bande optique de remplacement (SB) à la place de la deuxième sous-bande (SB'') dans le canal optique filtré (C_i*) afin d'obtenir un canal optique modifié (C_i'). L'invention concerne par ailleurs un commutateur optique d'insertion/extraction (20, 30) utilisant un ou plusieurs dispositifs d'insertion/extraction (10), ainsi que les procédés d'insertion/extraction correspondants.

Procédé et dispositif d'insertion/extraction d'une sous-bande optique dans un signal optique de type OFDM multi-bandes

L'invention concerne le domaine des dispositifs d'insertion/extraction de signaux optiques dans des réseaux de transmission optique.

Afin de faire face à la montée en débit des systèmes de transmission optique, les limites de la technologie de multiplexage en longueurs d'onde (WDM pour Wavelength Division Multiplexing en anglais) ont été régulièrement repoussées.

Sur des longues distances, pour que le débit puisse atteindre 100 Gbit/s par longueur d'onde, voire aller au-delà de ce seuil, il est possible de multiplexer des composantes à 10 Gbit/s (utilisant la technologie 10 GbEthernet) afin d'obtenir un canal à ultra haut débit de 100 Gbit/s (utilisant la technologie 100 GbEthernet).

Le besoin de désagréger ou d'agréger facilement de telles composantes dans un canal WDM en cours de transmission devient essentiel afin de permettre un haut degré de flexibilité dans les réseaux de transport optique à ultra haut débit. Cette désagrégation n'est intéressante aussi bien en termes de coût que de consommation énergétique qu'à la condition qu'elle soit tout optique.

Les formats de modulation pouvant être utilisés dans un premier temps à 100 Gbit/s sont basés sur une technique de modulation mono-porteuse (dite QPSK cohérent) peu adaptée à la commutation optique intra-canal.

Il est également possible d'utiliser le multiplexage en fréquences orthogonales (OFDM pour Orthogonal Frequency Division Multiplexing en anglais). Ce type de multiplexage est une technique de modulation multi-porteuse qui peut être mis en œuvre en utilisant une ou plusieurs sous-bandes portant le débit du canal WDM.

Ainsi, du fait de son approche multi-bande, le multiplexage OFDM est le candidat idéal pour mettre en œuvre la commutation optique intra-canal permettant de désagréger ou d'agréger facilement, à l'intérieur même d'un canal WDM, les sous-bandes OFDM indépendantes.

Il n'existe cependant pas actuellement, à notre connaissance, de dispositif permettant d'extraire ou d'insérer une sous-bande optique dans un canal optique composé de plusieurs sous-bandes optiques multiplexées.

La présente invention a pour objet de remédier à cet inconvénient.

Un objet de la présente invention est de proposer une architecture de commutateur tout optique capable de désagréger et d'agréger les sous-bandes multiplexées dans un signal, tel qu'un signal OFDM multi-bande par exemple.

Un autre objet de la présente invention est de proposer un commutateur tout optique flexible pouvant traiter n'importe quel canal WDM afin de désagréger ses sous-bandes constitutives, indépendamment de sa longueur d'onde ou de son débit.

Un autre objet de la présente invention est de proposer un commutateur tout optique flexible, pouvant traiter aussi bien le trafic montant que descendant.

La présente invention propose à cet effet un dispositif d'insertion/extraction d'au moins une sous-bande optique dans un canal optique composé d'une pluralité de sous-bandes optiques, le dispositif comprenant des moyens d'extraction aptes à extraire une première sous-bande optique appartenant au canal optique, des moyens de suppression arrangés pour obtenir un canal optique filtré à partir du canal optique dans lequel au moins une deuxième sous-bande est supprimée et un moyen de couplage apte à insérer une sous-bande optique de remplacement à la place de la deuxième sous-bande dans le canal optique filtré afin d'obtenir un canal optique modifié.

Avec un tel dispositif d'insertion/extraction, il est possible d'extraire ou de remplacer des sous-bandes multiplexées dans un signal sans repasser dans le domaine électronique. Ainsi, le dispositif ne comprend que des composants passifs, qui par définition sont très économes en consommation énergétique, contrairement à une commutation électronique.

Avantageusement, le dispositif d'insertion/extraction comporte en outre un moyen de duplication apte à dupliquer le canal optique vers un premier port de duplication connecté aux moyens d'extraction et un deuxième port de duplication connecté aux moyens de suppression, les moyens d'extraction consistant en des moyens de filtrage passe-bande connectés au premier port de duplication afin de recevoir un premier canal optique dupliqué et arrangés pour laisser passer, vers un port d'extraction, la première sous-bande optique, et les moyens de suppression consistant en des moyens de filtrage coupe-bande connectés au deuxième port de duplication afin de recevoir un deuxième canal optique dupliqué et arrangés pour filtrer la deuxième sous-bande à dans ledit deuxième signal optique dupliqué afin d'obtenir le canal optique filtré. Il est ainsi possible d'extraire et de remplacer simultanément des sous-bandes multiplexées dans un même signal optique.

Dans un mode de réalisation avantageux, la largeur de la bande spectrale passante des moyens de filtrage passe-bande et/ ou de la bande spectrale rejetée par les moyens de filtrage coupe-bande est ajustable. Il est ainsi possible d'adapter le dispositif d'insertion/extraction au débit des sous-bandes optiques à traiter.

En particulier, la largeur de la bande spectrale passante des moyens de filtrage passe-bande et/ ou de la bande spectrale rejetée par les moyens de filtrage coupe-bande peut être comprise dans un intervalle allant de 7 GHz à 50 GHz. Cette gamme de fréquence permet de s'adapter aussi bien au traitement d'une seule sous-bande optique qu'au traitement d'un canal WDM entier. Plus précisément, la largeur de la bande spectrale passante des moyens de filtrage passe-bande et/ ou de la bande spectrale rejetée par les moyens de filtrage coupe-bande peut être comprise dans un intervalle allant de 7 GHz à 10 GHz. Cette gamme de fréquence permet de s'adapter au traitement d'au moins une sous-bande optique. Le dispositif d'insertion/extraction est ainsi totalement agnostique au débit binaire inséré et/ou extrait.

Dans un mode de réalisation avantageux, la fréquence centrale de la bande spectrale passant des moyens de filtrage passe-bande et/ ou de la bande spectrale rejetée par les moyens de filtrage coupe-bande est accordable. Le dispositif d'insertion/extraction peut alors s'adapter à n'importe quelle sous-bande optique, indépendamment de sa gamme de fréquences.

5 Dans un mode particulier de réalisation, les sous-bandes optiques du canal optique comprennent au moins deux signaux optiques multiplexés orthogonalement en fréquence.

Dans un autre mode particulier de réalisation, le dispositif comprend un module de gestion de dispositif, connecté aux moyens de filtrage passe-bande et aux moyens de filtrage coupe-bande, ledit module de gestion de dispositif étant arrangé pour ajuster la bande spectrale passant des
10 moyens de filtrage passe-bande et la bande spectrale rejetée par les moyens de filtrage coupe-bande et pour accorder la fréquence centrale de la bande spectrale passant des moyens de filtrage passe-bande et de la bande spectrale rejetée par les moyens de filtrage coupe-bande. Ce mode de réalisation est particulièrement avantageux car il permet de reconfigurer à distance le dispositif d'insertion/extraction.

15 La présente invention vise par ailleurs un commutateur optique d'insertion/extraction d'au moins une sous-bande optique appartenant à au moins un canal optique compris dans un signal optique comportant une pluralité de canaux optiques multiplexés en longueur d'onde, ledit commutateur optique comprenant :

- un module de sélection apte à sélectionner au moins un canal optique comprenant au moins
20 une sous-bande optique à extraire et/ou à remplacer parmi les canaux optiques multiplexés du signal optique ;

- au moins un dispositif d'insertion/extraction tel que décrit ci-avant, connecté au module de sélection et arrangé pour extraire au moins une sous-bande optique du canal optique sélectionné et/ou fournir un canal optique modifié obtenu à partir du canal optique sélectionné dans lequel au
25 moins une sous-bande est insérée ;

- des moyens de substitution, connectés au dispositif d'insertion/extraction et arrangés pour obtenir un signal optique modifié par remplacement du au moins un canal optique sélectionné par le au moins un canal optique modifié.

Un tel commutateur optique permet d'effectuer l'insertion ou l'extraction d'une sous-bande
30 optique située appartenant à un canal optique multiplexé situé au sein d'une pluralité de canaux optiques multiplexés en longueur d'onde.

Avantageusement, le commutateur optique d'insertion/extraction comprend en outre un moyen de duplication arrangé pour dupliquer le signal optique sur au moins un premier et un deuxième ports de sortie, le premier port de sortie étant connecté au module de sélection pour lui
35 fournir un premier signal optique dupliqué et le deuxième porte de sortie étant connecté aux moyens de substitution pour leur fournir un deuxième signal optique dupliqué, et les moyens de substitution comprennent un module de blocage arrangé pour recevoir le deuxième signal optique

dupliqué et pour fournir en sortie un signal optique filtré dans lequel le au moins un canal optique sélectionné est supprimé et un moyen de couplage arrangé pour coupler le signal optique filtré et le au moins un canal optique modifié afin d'obtenir le signal optique modifié.

5 Dans un mode de réalisation avantageux, le commutateur optique comprend un module de gestion de commutateur connecté au module de sélection et au module de blocage, ce module de gestion de commutateur étant arrangé pour commander le module de sélection et le module de blocage afin de respectivement sélectionner et supprimer le au moins un canal optique. Il est ainsi possible de reconfigurer à distance le commutateur optique. Un tel commutateur peut ainsi être
10 entièrement reconfigurable à distance lorsque les moyens de filtrage des dispositifs d'insertion/extraction, le module de sélection et le module de blocage sont configurables à distance par l'intermédiaire de modules de gestion. Ceci permet de limiter les interventions des personnels en charge de la maintenance du commutateur optique.

Dans un autre mode particulier de réalisation dans lequel le commutateur optique comprend une pluralité de dispositifs d'insertion/extraction tels que décrits ci-avant, le module de sélection
15 comprend une unité de désagrégation arrangée pour transmettre une pluralité de canaux optiques sélectionnés, comportant chacun au moins une sous-bande optique à extraire et/ou remplacer, respectivement vers chacun des dispositifs d'insertion/extraction et une unité d'agrégation arrangée pour agréger les canaux optiques modifiés obtenus respectivement par chacun des dispositifs d'insertion/extraction dans un signal optique agrégé transmis aux moyens de substitution. Il est
20 ainsi possible d'extraire et/ou remplacer des sous-bandes optiques situées dans différents canaux optiques multiplexés en longueurs d'onde.

La présente invention vise également un procédé d'insertion/extraction d'au moins une sous-bande optique dans un canal optique comportant une pluralité de sous-bandes optiques, ledit procédé comprenant :

25 - l'extraction d'au moins une première sous-bande optique dans le canal optique ;
- l'obtention d'un canal optique filtré à partir du canal optique dans lequel au moins une deuxième sous-bande optique est supprimée ; et
- l'insertion d'au moins une sous-bande optique de remplacement dans le canal optique filtré, en remplacement de la deuxième sous-bande optique, afin d'obtenir un canal optique
30 modifié.

La présente invention vise par ailleurs un procédé d'insertion/extraction d'au moins une sous-bande optique dans un signal optique comprenant une pluralité de canaux optiques multiplexés en longueurs d'onde, au moins un desdits canaux optiques comprenant une pluralité de sous-bandes optiques, ledit procédé comprenant :

35 - l'extraction d'au moins un desdits canaux optiques comprenant au moins une sous-bande optique à extraire et/ou à remplacer ;

- l'application du procédé d'insertion/extraction décrit ci-avant au canal optique extrait, afin d'extraire au moins une première sous-bande optique du canal optique extrait et/ou d'obtenir au moins un canal optique modifié à partir du canal optique extrait dans lequel au moins une sous-bande optique de remplacement est insérée la place d'au moins une deuxième sous-bande optique ;

5 - l'obtention d'un signal optique modifié à partir du signal optique dans lequel le canal optique extrait est remplacé par le canal optique modifié.

Il est ainsi possible d'extraire et/ou de remplacer une sous-bande optique appartenant à un canal optique multiplexé en longueur d'onde au sein d'un même signal optique.

Dans un mode particulier de réalisation, ce procédé d'insertion/extraction comprend une duplication préalable du signal optique en au moins un premier et un deuxième signaux optiques dupliqués, l'extraction du canal optique se faisant à partir du premier signal optique dupliqué et l'obtention du signal optique modifié se faisant à partir du deuxième signal optique dupliqué, et l'étape d'obtention du signal optique modifié comprend l'obtention d'un signal optique filtré à partir du deuxième signal optique dupliqué dans lequel la deuxième sous-bande optique est supprimée et l'agrégation du signal optique filtré avec le au moins un canal optique modifié afin d'obtenir le signal optique modifié.

Dans un mode de réalisation avantageux où une pluralité de sous-bandes optiques comprises dans une pluralité de canaux optiques sélectionnés sont à extraire et/ou remplacer, l'application du procédé d'insertion/extraction ci-avant est effectuée pour chacun desdits canaux optiques sélectionnés afin d'obtenir une pluralité de canaux optiques modifiés dans lesquels au moins une sous-bande optique de remplacement est insérée, la pluralité de canaux optiques modifiés est agrégée en un signal optique agrégé avant l'obtention du signal optique modifié et l'étape d'agrégation comprend l'agrégation du signal optique filtré avec le signal optique agrégé afin d'obtenir le signal optique modifié. Il est ainsi possible d'extraire et/ou de remplacer une sous-bande optique appartenant à plusieurs canaux optiques multiplexés en longueurs d'onde au sein d'un même signal optique.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés sur lesquels :

30 - la figure 1 représente schématiquement un dispositif d'insertion/extraction selon un mode particulier de réalisation de la présente invention ;

- la figure 2 illustre les étapes d'un procédé d'insertion/extraction d'au moins une sous-bande optique dans un canal optique selon un mode particulier de réalisation de la présente invention ;

35 - la figure 3 représente schématiquement un premier mode de réalisation d'un commutateur optique utilisant le dispositif d'insertion/extraction selon un mode de réalisation particulier de la présente invention ;

- la figure 4 illustre les étapes d'un procédé d'insertion/extraction d'au moins une sous-bande optique dans un canal optique multiplexé dans un signal optique selon un mode particulier de réalisation de la présente invention ;

5 - la figure 5 représente schématiquement un deuxième mode de réalisation d'un commutateur optique utilisant le dispositif d'insertion/extraction selon un mode particulier de réalisation de la présente invention ;

- la figure 6 illustre les étapes d'un procédé d'insertion/extraction de plusieurs sous-bandes optiques appartenant à différents canaux optiques multiplexés dans un même signal optique selon un mode particulier de réalisation de la présente invention ;

10 - la figure 7 représente schématiquement un troisième mode de réalisation bidirectionnel d'un commutateur optique utilisant le dispositif d'insertion/extraction selon un mode particulier de réalisation de la présente invention.

On se réfère tout d'abord à la **figure 1** sur laquelle est illustré un dispositif d'insertion/extraction 10 d'une sous-bande optique dans un canal optique composé d'une pluralité
15 de sous-bandes optiques.

Par le terme « sous-bande optique », on entend ici un signal optique situé dans une bande de fréquence prédéterminée et pouvant être multiplexé avec d'autres « sous-bandes optiques » similaires pour former un signal multiplexé, par exemple en fréquence au moyen de la technologie OFDM.

20 Par le terme « canal optique », on entend ici un signal optique situé substantiellement à une longueur d'onde prédéterminée et pouvant être multiplexé en longueur d'onde avec d'autres canaux similaires pour former un signal multiplexé en longueur d'onde.

Ainsi, dans le contexte de la présente invention, le canal optique C_i considéré est composé d'une pluralité de sous-bandes optiques multiplexées (à titre purement illustratif au nombre de cinq
25 sur la figure 1, mais il est évident qu'un nombre quelconque de sous-bandes optiques peuvent composer ce canal optique), par exemple en fréquence au moyen de la technologie OFDM.

Parmi ces sous-bandes optiques peuvent se trouver une première sous-bande optique (notée SB) destinée à être extraite aussi bien qu'une deuxième sous-bande optique (notée SB'') destinée à être remplacée par une sous-bande optique de remplacement SB' située substantiellement dans la
30 même bande de fréquences.

Le dispositif d'insertion/extraction 10 sert ainsi aussi bien à extraire la première sous-bande optique SB qu'à remplacer la deuxième sous-bande optique SB'' par la sous-bande optique de remplacement au sein du canal optique C_i , voire à faire ces deux opérations simultanément, et peut être utilisé avantageusement au sein d'un nœud optique d'un réseau de transmission optique pour
35 extraire et/ou ajouter des données sur des signaux optiques.

La première sous-bande optique SB et la deuxième sous-bande optique SB'' peuvent coïncider substantiellement dans le domaine fréquentiel, voire constituer une unique sous-bande optique SB destinée à être à la fois extraite et remplacée par une sous-bande de remplacement SB'.

Le dispositif d'insertion/extraction 10 comprend pour cela des moyens d'extraction 13 aptes à extraire la première sous-bande optique SB appartenant au canal optique C_i , des moyens de suppression 15 permettant d'obtenir un canal optique filtré C_i^* , à partir du canal optique C_i , dans lequel au moins une deuxième sous-bande SB'' est supprimée et un moyen de couplage 17 apte à insérer une sous-bande optique de remplacement SB' à la place de la deuxième sous-bande SB'' dans le canal optique filtré C_i^* , afin d'obtenir un canal optique modifié C_i' .

Le dispositif 10 est ainsi capable, d'une part, d'extraire la première sous-bande optique SB et, d'autre part, de remplacer la deuxième sous bande SB'' par une sous-bande optique de remplacement SB' qui est ainsi insérée au sein du canal optique modifié C_i' .

Le dispositif d'insertion/extraction 10 peut comprendre en outre un moyen de duplication 11, comprenant un port d'entrée e_i , un premier port de duplication s_1 connecté aux moyens d'extraction 13 et un deuxième port de duplication s_2 connecté aux moyens de suppression 15.

Le port d'entrée e_i , correspondant au port d'entrée principal du dispositif d'insertion/extraction 10, sert à recevoir un canal optique C_i composé d'une pluralité de sous-bandes optiques.

Le moyen de duplication 11 est apte à dupliquer le canal optique C_i vers le premier port de duplication s_1 , sous la forme d'un premier signal dupliqué $C_i(1)$, et vers le deuxième port de duplication s_2 , sous la forme d'un deuxième signal dupliqué $C_i(2)$.

Cette duplication peut être effectuée par exemple en divisant le canal optique reçu C_i en deux signaux optiques dupliqués $C_i(1)$ et $C_i(2)$. Dans le cas d'une division de puissance, la puissance de ces canaux dupliqués est réduite par rapport au canal C_i d'origine. La répartition de la puissance optique du canal optique d'entrée entre les deux signaux dupliqués $C_i(1)$ et $C_i(2)$ est avantageusement de l'ordre de 50/50, ou peut se situer dans un intervalle de répartition allant de 50/50 à 45/55, afin d'obtenir deux signaux dupliqués de puissance globalement similaire. Le moyen de duplication 11 peut ainsi consister en un coupleur 50/50, voire un coupleur 55/45.

Dans un mode de réalisation, les moyens d'extraction 13 du dispositif 10 peuvent consister en particulier en des moyens de filtrage passe-bande connectés au premier port de duplication s_1 des moyens de duplication 11, pour recevoir un des canaux optiques dupliqués, en l'occurrence le canal optique $C_i(1)$.

Ces moyens de filtrage 13 sont arrangés pour laisser passer la première sous-bande optique SB à extraire vers un port d'extraction s_D correspondant à un port de sortie du dispositif d'insertion/extraction 10. Pour ce faire, les moyens de filtrage 13 sont « passe-bande » et laissent passer les fréquences optiques situées dans une bande spectrale prédéterminée tout en filtrant les fréquences optiques situées en dehors de cette bande spectrale. Afin de laisser passer la première

sous-bande optique SB, il convient donc de choisir les moyens de filtrage 13 afin que leur bande spectrale passante contienne la première sous-bande optique SB.

Ainsi, grâce aux moyens de filtrage 13, le port d'extraction s_D délivre un signal optique filtré composé de la seule première sous-bande optique SB, comme illustré sur la figure 1. Ces moyens
5 de filtrage 13 permettent donc d'extraire la première sous-bande optique SB du canal optique $C_i(1)$.

Dans ce mode de réalisation, les moyens de suppression 15 du dispositif 10 peuvent consister en particulier en des moyens de filtrage coupe-bande 15 connectés au deuxième port de duplication s_2 des moyens de duplication 11, pour recevoir un autre des canaux optiques dupliqués, en l'occurrence le canal optique $C_i(2)$.

Ces moyens de filtrage 15 sont arrangés pour recevoir le canal optique dupliqué $C_i(2)$ et
10 fournir en sortie un canal optique filtré C_i^* obtenu à partir de ce canal optique dupliqué $C_i(2)$ (donc à partir du signal optique d'entrée C_i) dans lequel la deuxième sous-bande SB'' est supprimée par filtrage.

Pour ce faire, les moyens de filtrage 15 sont « coupe-bande » et bloquent les fréquences
15 optiques situées dans une bande spectrale prédéterminée tout en laissant passer les fréquences optiques situées en dehors de cette bande spectrale. Afin de bloquer la deuxième sous-bande optique SB'', il convient donc de choisir les moyens de filtrage 15 afin que leur bande spectrale bloquante contienne la deuxième sous-bande optique SB''.

Si la première sous-bande optique SB' et la deuxième sous-bande optique SB'' coïncident
20 fréquentiellement, le canal optique filtré C_i^* obtenu en sortie des moyens de filtrage 15 est ainsi complémentaire au signal optique filtré obtenu en sortie des moyens de filtrage 13, et ces deux signaux filtrés additionnés correspondent au canal optique d'entrée C_i .

Le moyen de couplage 17 présente pour sa part un port d'entrée e_1 connecté à la sortie des
moyens de suppression 15, ainsi qu'un port d'insertion e_A et un port de sortie s_λ .

Le port d'insertion e_A correspond à un port d'entrée du dispositif d'insertion/extraction 10 et
25 permet de recevoir une sous-bande optique de remplacement/insertion SB', telle qu'illustrée sur la figure 1, afin de l'insérer dans le canal optique filtré C_i^* par les moyens de filtrage coupe-bande 15.

Le port de sortie s_λ correspond au port de sortie principal du dispositif d'insertion/extraction
10 et sert à fournir un signal optique modifié C_i' dans lequel la sous-bande SB'' a été remplacée par la sous-bande SB', comme illustré sur la figure 1.

Le moyen de couplage 17 est donc arrangé pour coupler le canal optique C_i^* filtré par les
moyens de filtrage coupe-bande 15 avec la sous-bande optique SB' insérée grâce au port d'insertion e_A , afin d'obtenir le signal optique modifié C_i' correspondant à l'addition de ces deux
35 signaux et de fournir ce signal optique modifié C_i' en sortie, sur le port de sortie s_λ . Un tel moyen de couplage 17 peut consister en un coupleur 50/50, voire un coupleur 55/45.

Pour illustrer simplement le principe de l'invention, le dispositif d'insertion/extraction 10 de
la figure 1 est de degré 2, c'est-à-dire qu'il ne permet qu'une seule insertion de sous-bande de

remplacement à la fois. Il est cependant tout à fait envisageable de construire un dispositif d'insertion/extraction 10 de degré n , où $n > 2$, auquel cas il faut que le moyen de duplication 11 comporte n ports de duplication auxquels sont connectés respectivement des moyens de filtrage coupe-bande similaire au moyen de filtrage 15. Chaque signal optique filtré issu de l'un des ces
5 moyens de filtrages coupe-bande peut alors permettre l'insertion d'une sous-bande de remplacement, grâce à un moyen de couplage similaire au moyen de couplage 17.

Similairement, la figure 1 illustre le cas où une seule sous-bande optique est extraite et/ou insérée. Il est cependant tout à fait possible d'extraire et/ou insérer un nombre n' de sous-bandes optiques, où $n' > 1$, selon le besoin de désagrégation au niveau du nœud optique où est situé le
10 dispositif d'insertion/extraction 10, auquel cas la bande spectrale bloquée par les moyens de filtrage coupe-bande 15 doit recouvrir les bandes de fréquences couvertes par les n' sous-bandes à remplacer.

Si ces n' sous-bandes optiques sont essentiellement contiguës, il est par exemple possible d'employer, pour les moyens de filtrage 13, un unique filtre passe-bande présentant une bande
15 spectrale passante unique d'une largeur suffisante pour couvrir les n' sous-bandes à remplacer et, pour les moyens de filtrage 15, un unique filtre coupe-bande présentant une bande spectrale bloquante unique d'une largeur suffisante pour couvrir les n' sous-bandes à remplacer.

Dans un mode de réalisation avantageux, la largeur de la bande spectrale passante des moyens de filtrage passe-bande 13 et/ou de la bande spectrale rejetée par les moyens de filtrage
20 coupe-bande 15 est ajustable entre une valeur minimale et une valeur maximale.

L'ajustement de la largeur de la bande spectrale des moyens de filtrage passe-bande 13 et/ou des moyens de filtrage coupe-bande 15 peut être réalisé par exemple par l'intermédiaire d'un module de gestion du dispositif (non illustré sur la figure 1), connecté aux moyens de filtrage
passe-bande 13 et aux moyens de filtrage coupe-bande 15.

Dans un premier mode de réalisation, ce module de gestion du dispositif peut être intégré dans le dispositif d'insertion/extraction 10. Cependant, dans un autre mode de réalisation, ce module de gestion du dispositif est positionné à distance de ce dispositif 10 et peut commander une pluralité de dispositifs 10. Dans ce cas, un tel module de gestion du dispositif peut notamment être
25 en charge de la reconfiguration à distance d'un système de transmission WDM intégrant une pluralité de dispositifs 10 tels que décrits dans la présente demande.

Il est ainsi possible de commander à distance le nombre de sous-bandes optiques devant être insérées ou extraites par le(s) dispositif(s) 10, et donc de reconfigurer à distance ce(s) dispositif(s) en fonction du débit le(s) traversant. Dans ce dernier mode avantageux de réalisation, le fait de pouvoir adapter les bandes spectrales filtrées dans le dispositif d'insertion/extraction 10 permet
35 d'adapter ce dispositif à n'importe quel type de débit. Un tel dispositif est alors considéré comme étant « agnostique au débit ».

La valeur minimale de largeur de bande spectrale peut être de l'ordre de 7 à 10 GHz, par exemple, pour extraire une seule sous-bande de type OFDM, auquel cas le trafic extrait est alors lui aussi minimal en termes de débit. La valeur maximale de largeur de la bande spectrale des moyens de filtrage 13 et 15 peut être de l'ordre de 50 GHz, ce qui correspond à un espacement spectral classique entre canaux WDM. Avec une telle largeur maximale de bande spectrale, la totalité du canal optique C_i est alors extraite et/ou remplacée.

De préférence, le débit de la ou des sous-bande(s) ajoutée(s) par le port d'insertion e_A est inférieur ou égal au débit de la ou des sous-bande(s) supprimée(s) par les moyens de suppression 15. Il peut ainsi être envisagé de ne pas remplacer en totalité la capacité supprimée (et potentiellement extraite), en insérant un nombre de sous-bandes inférieur au nombre de sous-bandes supprimées/extraites ou en insérant des sous-bandes de largeur spectrale inférieure aux sous-bandes supprimées/extraites.

Dans un autre mode de réalisation avantageux, la fréquence centrale de la bande spectrale passante des moyens de filtrage passe-bande 13 et/ou de la bande spectrale rejetée par les moyens de filtrage coupe-bande 15 est accordable, par exemple par l'intermédiaire du module de gestion du dispositif tel que décrit ci-avant, ce qui permet une gestion à distance du dispositif 10.

Il est ainsi possible d'extraire et/ou remplacer des sous-bandes optiques situées à des fréquences optiques différentes en décalant les bandes spectrales passante et filtrante pour qu'elles recouvrent substantiellement ces sous-bandes optiques.

Dans ce dernier mode avantageux de réalisation, le fonctionnement du dispositif d'insertion/extraction 10 n'est plus dépendant d'une certaine gamme de fréquences. On dit alors que le dispositif d'insertion/extraction 10 est incolore (« colourless » en anglais).

Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, la bande spectrale passante des moyens de filtrage passe-bande 13 coïncide substantiellement avec la bande spectrale filtrée par les moyens de filtrage coupe-bande 15. Ce mode est particulièrement adapté au cas où la première bande spectrale SB à extraire coïncide fréquemment avec la deuxième bande spectrale SB'' à remplacer. La mise en coïncidence de ces deux bandes spectrales peut être réalisée par le module de gestion du dispositif décrit ci-avant, ce qui permet d'effectuer le remplacement d'une sous-bande optique grâce au dispositif d'insertion/extraction 10.

Avantageusement, les moyens de filtrage 13 et 15 présentent un profil essentiellement carré (« square flat-top » en anglais), afin d'optimiser la sélectivité des sous-bandes à insérer et à extraire.

Avec les caractéristiques ci-avant, il est possible de disposer d'un nœud dont la capacité d'agrégation et/ou désagrégation est flexible. Le nœud optique disposant d'un tel dispositif d'insertion/extraction 10 peut donc être adapté au débit prélevé ou ajouté.

Dans un mode de réalisation particulier, le canal optique C_i est composé de sous-bandes optiques multiplexées orthogonalement en fréquence, par exemple à l'aide de la technologie

OFDM. Le principe de la présente invention peut cependant s'appliquer à d'autres types de canaux optiques comprenant des sous-bandes optiques multiplexées au moyen d'une autre technologie.

On se réfère maintenant à la **figure 2** sur laquelle sont illustrées les étapes d'un procédé 100 de remplacement d'une sous-bande optique dans un canal optique selon la présente invention, ces
5 étapes pouvant être avantageusement effectuées au moyen du dispositif d'insertion/extraction 10 de la figure 1.

Ici encore, le procédé 100 de remplacement s'applique au remplacement d'une sous-bande optique SB dans un canal optique C_i comportant une pluralité de sous-bandes optiques, multiplexées par exemple en fréquence selon la technique OFDM.

10 Le procédé 100 comprend, d'une part, une étape 103 d'extraction d'une première sous-bande optique SB à extraire dans le canal optique C_i .

Cette étape d'extraction 103 comprend avantageusement le filtrage passe-bande de la sous-bande optique SB à extraire, qui peut être effectué à l'aide de moyens similaires aux moyens de filtrage passe-bande 13 décrits précédemment, lesquels peuvent consister en un filtrage passe-bande accordable par exemple.
15

Le procédé 100 comprend, d'autre part, une étape 105 d'obtention d'un canal optique filtré C_i^* , à partir du canal optique C_i dans lequel une deuxième sous-bande optique SB'' à remplacer est supprimée.

Cette étape d'obtention 105 comprend avantageusement le filtrage coupe-bande de la sous-bande optique SB'' à remplacer, à l'aide de moyens similaires au moyen de filtrage coupe-bande 15 décrit précédemment, lesquels peuvent consister en un filtrage passe-bande accordable par exemple.
20

Une fois le canal optique filtré C_i^* obtenu, le procédé 100 d'insertion/extraction comprend une étape 107 d'insertion d'au moins une sous-bande optique de remplacement SB' dans le canal optique filtré C_i^* , en remplacement de la deuxième sous-bande optique SB'' supprimée dans le canal optique C_i , afin d'obtenir un canal optique modifié C_i' contenant la sous-bande optique SB'. La fonction de remplacement d'une sous-bande optique SB par une sous-bande optique SB' est ainsi remplie.
25

Cette étape d'insertion 107 peut être effectuée à l'aide de moyens similaires au moyen de couplage 17 décrit précédemment, lequel peut consister en un coupleur 50:50 par exemple.
30

De façon avantageuse, le procédé 100 d'insertion/extraction comprend une étape préalable 101 de duplication du canal optique C_i en une pluralité de canaux optiques dupliqués, en l'occurrence $C_i(1)$ et $C_i(2)$ sur la figure 2. Cette étape de duplication 101 peut être effectuée à l'aide de moyens similaires au moyen de duplication 11 décrit précédemment, lequel peut consister en un coupleur 50:50 par exemple.
35

Une fois la pluralité de canaux optiques dupliqués $C_i(1)$ et $C_i(2)$ obtenue, l'extraction 103 de la première sous-bande optique est effectuée au moyen d'un des canaux optiques dupliqués, le

canal $C_i(1)$ en l'occurrence, et l'obtention 105 du canal optique filtré C_i^* est effectuée au moyen d'un autre des canaux optiques dupliqués, le canal $C_i(2)$ en l'occurrence.

L'étape d'extraction 103 d'une part, et les étapes d'obtention 105 et d'insertion 107 d'autre part, peuvent être effectuées parallèlement les unes aux autres ou dans un ordre indifférent.

5 On se réfère maintenant à la **figure 3** sur laquelle est illustré un commutateur optique d'insertion/extraction 20 utilisant le dispositif d'insertion/extraction 10 illustré sur la figure 1.

Dans l'exemple illustratif de la figure 3, le signal optique S comprend 3 canaux C_1, C_2, C_3 multiplexés en longueurs d'ondes, le premier canal optique C_1 étant composé de 5 sous-bandes, mais il est évident qu'un nombre quelconque de canaux optiques peuvent composer le signal
10 optique, et que ces canaux peuvent comporter un nombre quelconque de sous-bandes optiques.

Le commutateur optique d'insertion/extraction comprend d'une part un module de sélection 23 (ou WSS pour Wavelength Selective Switch en anglais) qui reçoit, sur son port d'entrée, le signal optique S (ou une copie de ce signal optique S) et sélectionne un des canaux optiques multiplexés dans ce signal S, en l'occurrence le canal optique C_1 dans l'exemple de la figure 3,
15 comprenant au moins une sous-bande optique à extraire et/ou à remplacer, afin de le fournir sur son port de sortie. Un tel module de sélection 23 peut consister en un commutateur sélectif de longueur d'onde (WSS pour Wavelength Selective Switch en anglais).

Un tel commutateur sélectif de longueur d'onde peut être reconfigurable afin de permettre d'envoyer n'importe lequel des canaux optiques vers l'un de ses ports de sortie. Il est en particulier
20 reconfigurable à distance par l'intermédiaire d'un module de gestion de commutateur permettant de sélectionner le canal optique à traiter. Un tel module de gestion de commutateur est similaire au module de gestion du dispositif décrit précédemment.

Le port de sortie du module de sélection 23 est connecté au port d'entrée principal e_λ d'un dispositif d'insertion/extraction 10 similaire à celui décrit à la figure 1, afin d'extraire et/ou de
25 remplacer une ou plusieurs sous-bandes optiques du canal optique C_1 . Ce dispositif 10 permet d'extraire au moins une première sous-bande optique du canal optique sélectionné C_1 et/ou de fournir un canal optique modifié C_1' obtenu à partir du canal optique sélectionné C_1 dans lequel au moins une sous-bande de remplacement est insérée.

Afin d'illustrer d'une autre façon le principe d'extraction de la présente invention, le signal
30 C_1 illustré sur la figure 1 présente 5 sous-bandes optiques dont la deuxième, troisième et quatrième sous-bandes optiques sont extraites par le dispositif d'insertion/extraction 10.

Le port d'extraction du dispositif d'insertion/extraction 10 est connecté à l'entrée d'un module de réception optique 28, afin de fournir à ce module 28 la ou les sous-bande(s) optique(s)
extraite(s) par le dispositif d'insertion/extraction 10.

35 Ce module de réception optique 28 peut être composé d'un démultiplexeur séparant les différentes sous-bandes optiques dont chaque sortie est respectivement connectée à un récepteur

optique, par exemple un détecteur cohérent à diversité de phase et de polarisation, dédié à la sous-bande optique à recevoir.

Un tel démultiplexeur peut être constitué d'un coupleur 1:n qui envoie vers n récepteurs optiques les n sous-bandes préalablement pré-filtrés optiquement de manière à les isoler le plus possible de leurs voisines, afin de réduire le problème de « crosstalk ». Un complément de filtrage, permettant la bonne réception des sous-bandes optiques, peut alors être mis en œuvre au niveau des composants RF utilisés dans récepteur optique tels qu'une photodiode, un amplificateur RF, voire un filtre RF passe-bas.

Dans le cas où une seule sous-bande est extraite, un seul récepteur optique peut être utilisé. Inversement, si l'ensemble des sous-bandes optiques du signal S sont extraites, n récepteurs optiques peuvent être utilisés. Dans un autre mode de réalisation avantageux où un récepteur optique de type détecteur cohérent est utilisé pour détecter une pluralité de sous-bandes optiques, il est possible d'effectuer le démultiplexage dans le domaine numérique, auquel cas il est avantageux de disposer en entrée de ce détecteur cohérent un convertisseur numérique-analogique présentant une bande passante et une vitesse d'échantillonnage appropriées.

Le port d'insertion e_A du dispositif d'insertion/extraction 10 est, pour sa part, connecté à la sortie d'un module d'émission optique 29, afin que ce module 29 puisse fournir la ou les sous-bande(s) optique(s) à insérer au dispositif d'insertion/extraction 10.

Ce module d'émission optique 29 peut être composé d'une pluralité d'émetteurs optiques, émettant chacun une sous-bande optique à insérer, connectées à un multiplexeur qui rassemble les sous-bandes optiques émises au sein d'un même signal optique d'insertion, à destination du port d'insertion e_A du dispositif d'insertion/extraction 10. Les modules de réception optique 28 et d'émission optique 29 peuvent être rassemblés au sein d'un même émetteur/récepteur optique ou être constitués par des modules séparés physiquement comme illustré sur la figure 3.

Le port de sortie principal s_x du dispositif d'insertion/extraction 10 est connecté pour sa part à un deuxième port d'entrée de moyens de substitution 25, afin d'y transmettre le canal optique modifié C_1' dans lequel les sous-bandes optiques extraites sur le port d'extraction s_D du dispositif 10 ont été remplacées par les sous-bandes optiques de remplacement insérées sur le port d'insertion e_A du dispositif 10.

Le commutateur optique 20 comprend ainsi des moyens de substitution 25, connectés au dispositif d'insertion/extraction 10, qui servent à obtenir un signal optique modifié S' par remplacement du canal optique sélectionné C_1 par le canal optique modifié C_1' obtenu par le dispositif d'insertion/extraction 10. Ces moyens de substitution 25 reçoivent donc, d'une part, le signal optique S initial par le biais d'un premier port d'entrée et, d'autre part, le canal optique modifié C_1' par le biais du deuxième port d'entrée.

Dans un mode de réalisation avantageux, le commutateur optique d'insertion/extraction 20 comprend avantageusement un moyen de duplication 21 permettant de dupliquer le signal optique

S sur au moins un premier et un deuxième ports de sortie, le premier port de sortie étant connecté au module de sélection 23 pour lui fournir un premier signal optique dupliqué S(1) et le deuxième port de sortie étant connecté aux moyens de substitution 25 pour leur fournir un deuxième signal optique dupliqué S(2).

5 Dans ce mode de réalisation, les moyens de substitution 25 peuvent avantageusement comprendre un module de blocage de longueur d'ondes 26 (WB pour « Wavelength Blocker » en anglais), connecté au premier port d'entrée des moyens de substitution 25, ainsi qu'un moyen de couplage 27 dont un port d'entrée est connecté à la sortie du module de blocage 26 tandis que l'autre port d'entrée est connecté au deuxième port d'entrée des moyens de substitution 25.

10 Ainsi, le module de blocage 26 reçoit le signal optique initial S et supprime, dans ce signal optique S, le canal optique C_1 qui est sélectionné par le module de sélection 23. Il délivre ainsi, en sortie et à destination du moyen de couplage 27, un signal optique modifié comprenant tous les canaux optiques du signal S à l'exception du canal optique C_1 .

15 Dans un mode particulier de réalisation, le module de blocage 26 est reconfigurable à distance par l'intermédiaire du module de gestion de commutateur décrit précédemment, lequel peut instruire au module de blocage 26 de supprimer le canal optique sélectionné par ailleurs par le module de sélection 23 afin de procéder au remplacement de ce canal optique C_1 dans le signal optique S.

20 Le moyen de couplage 27 reçoit ainsi le signal optique modifié S*, correspondant au signal optique S sans le canal optique C_1 , ainsi que le canal optique modifié C_1' et les rassemble au sein d'un même signal optique de sortie S', composé des canaux optiques C_1' , C_2 et C_3 multiplexés en longueurs d'onde.

25 Le signal optique de sortie S' obtenu avec le commutateur optique 20 correspond ainsi au signal optique S d'entrée dans lequel au moins une des sous-bandes optiques composant l'un des canaux optiques du signal S a été extraite et remplacée.

On se réfère maintenant à la **figure 4** sur laquelle sont illustrées les étapes d'un procédé 200 d'insertion/extraction d'une ou plusieurs sous-bande(s) optique(s) dans un signal optique composé d'une pluralité de canaux optiques selon la présente invention, ces étapes pouvant être avantageusement effectuées au moyen du commutateur optique de la figure 3.

30 Ici, le procédé 200 d'insertion/extraction s'applique à l'extraction et/ou au remplacement d'une sous-bande optique dans un canal optique C_1 comportant une pluralité de sous-bandes optique, multiplexées par exemple en fréquence selon la technique OFDM, ce signal optique C_1 étant multiplexé en longueur d'onde avec d'autres canaux optiques similaires, comportant éventuellement également une pluralité de sous-bandes optiques multiplexées par exemple selon la
35 technique OFDM, au sein d'un signal optique S.

Le procédé 200 d'insertion/extraction comprend, d'une part, l'extraction 220 du canal optique C_1 , dans lequel se trouve la sous-bande optique à extraire et/ou remplacer, à partir du signal

optique S ou d'une copie de ce signal optique S. Cette étape de sélection 220 peut être effectuée à l'aide de moyens similaires au module de sélection 23 décrit précédemment.

5 Une fois extrait le canal optique C_1 contenant la sous-bande optique à extraire et/ou remplacer, on se retrouve dans le contexte du procédé 100 d'insertion/extraction illustré à la figure 2.

Le procédé 200 comprend donc alors une étape 230 d'application du procédé 100 d'insertion/extraction tel que décrit précédemment au canal optique extrait C_1 , afin d'extraire au moins une première sous-bande optique de ce canal optique extrait et/ou d'obtenir au moins un canal optique modifié C_1' , à partir de ce canal optique extrait dans lequel au moins une sous-bande optique de remplacement est insérée à la place d'au moins une deuxième sous-bande optique à supprimer.

Ainsi, cette étape 230 de remplacement comprend :

15 - une première sous-étape 231 de duplication du canal optique C_1 en une pluralité de canaux optiques dupliqués $C_1(1)$ et $C_1(2)$, similairement à l'étape 101 précédemment décrite ;

- éventuellement une sous-étape 233 d'extraction, à partir d'au moins un des canaux optiques dupliqués, en l'occurrence $C_1(1)$ dans la figure 4, de la sous-bande optique à extraire et/ou remplacer, similairement à l'étape 103 précédemment décrite, si l'on désire extraire cette sous-bande pour recevoir les données qu'elle contient ;

20 - une sous-étape 235 d'obtention, à partir d'un autre des canaux optiques dupliqués différent du canal optique dupliqué utilisé pour l'extraction 113 (en l'occurrence $C_1(2)$ sur la figure 4), d'un canal optique filtré C_1^* dans lequel la sous-bande optique à remplacer est supprimée, similairement à l'étape 105 précédemment décrite ; et

25 - une fois le canal optique filtré C_1^* obtenu, une sous-étape 237 d'insertion d'une sous-bande optique de remplacement SB' dans le canal optique filtré C_1^* , afin d'obtenir un canal optique modifié C_1' .

Une fois cette opération de remplacement effectuée et le canal optique modifié C_1' obtenu, une étape 240 d'obtention d'un signal optique modifié S' est effectuée, durant laquelle le signal optique modifié S' est obtenue en remplaçant, dans le signal optique S ou une copie de celui-ci, le canal optique extrait C_1 par le canal optique modifié C_1' .

30 Dans un mode de réalisation avantageux, le procédé 200 d'insertion/extraction comprend une étape 210 de duplication préalable du signal optique S en au moins un premier et un deuxième signaux optiques dupliqués $S(1)$ et $S(2)$. Dans ce cas, l'extraction 220 du canal optique C_1 est effectué en utilisant le premier signal optique dupliqué $S(1)$ et l'obtention 240 du signal optique modifié S' utilise le deuxième signal optique dupliqué $S(2)$.

35 Dans ce mode de réalisation, l'étape 240 du signal optique modifié peut comprendre une première sous-étape 241 d'obtention d'un signal optique filtré S^* , à partir du deuxième signal optique dupliqué $S(2)$ dans lequel le canal optique extrait C_1 est supprimé.

L'étape 240 du signal optique modifié comprend alors également une deuxième sous-étape 243 d'agrégation 243 du signal optique filtré S^* avec le canal optique modifié C_1' obtenu lors de la sous-étape d'insertion 237, afin d'obtenir le signal optique modifié S' dans lequel une sous-bande optique a bien été remplacée par une sous-bande de remplacement.

5 Le procédé d'insertion/extraction 200 permet ainsi l'extraction et/ou le remplacement d'une ou plusieurs sous-bande(s) optique(s) située(s) dans un canal optique multiplexé en longueur d'onde avec d'autres canaux optiques au sein d'un signal optique, par exemple de type WDM.

10 On se réfère maintenant à la **figure 5** sur laquelle est illustré un commutateur optique 30 utilisant le dispositif d'insertion/extraction 10 illustré sur la figure 1 selon un mode avantageux de réalisation de l'invention.

Le commutateur optique 30 est composé de façon similaire au commutateur optique 20, en ce sens qu'il comprend un moyen de duplication 31 similaire au moyen de duplication 21 et des moyens de substitution similaires 35 similaires aux moyens de substitution 25.

15 Le commutateur optique 30 comporte également un module de sélection 33 connecté à l'un des ports de duplication des moyens de duplication 31, afin de recevoir un signal optique S composé de n canaux optiques C_1, \dots, C_n multiplexés en longueurs d'onde.

20 Ce module de sélection 33 se distingue cependant du module de sélection 23 en ce qu'il comporte une unité 33d de désagrégation des canaux optiques présentant un nombre m de ports de sortie (où $2 \leq m \leq n$) sur lesquels sont respectivement envoyés un des canaux optiques C_1, \dots, C_n comprenant au moins une sous-bande optique à extraire et/ou remplacer. Une telle unité de désagrégation 33d peut consister en un démultiplexeur WDM, par exemple.

25 Chaque port de sortie de l'unité 33d de désagrégation des canaux optiques est connecté respectivement au port d'entrée principal d'un dispositif d'insertion/extraction associé au canal optique fourni sur ce port de sortie, de sorte que l'unité 33d de désagrégation soit connectée à m dispositifs d'insertion/extraction $10_1, \dots, 10_m$. Par commodité, seuls le premier dispositif 10_1 et le dernier dispositif 10_m sont représentés sur la figure 5.

30 Chacun des dispositifs d'insertion/extraction 10_i (où $1 \leq i \leq m$) est connecté à un module de réception optique 38_i par son port d'extraction s_D , ainsi qu'à un module d'émission optique 39_i par son port d'insertion, similairement à ce qui est décrit sur la figure 3. Les différentes paires de modules de réception 38_i et d'émission 39_i peuvent être rassemblées au sein d'une unité d'émission/réception optique 34, afin de mutualiser la gestion des ressources en alimentation électrique des composantes optoélectroniques constituant ces différents modules.

35 Le module de sélection 33 se distingue également en ce qu'il comporte une unité 33a d'agrégation des canaux optiques présentant un nombre m de ports d'entrée. Chacun de ces m ports d'entrée est connecté respectivement au port de sortie principal d'un des dispositifs d'insertion/extraction $10_1, \dots, 10_m$, de sorte que l'unité 33a d'agrégation reçoit une pluralité de

signaux modifiés C_1', \dots, C_m' issus de m canaux optiques sélectionnés parmi les canaux C_1-C_n et traités respectivement par les dispositifs d'insertion/extraction $10_1, \dots, 10_m$.

Cette unité 33a d'agrégation va agréger les canaux optiques modifiés C_1', \dots, C_m' au sein d'un même signal optique de canaux agrégé et transmettre ce signal optique agrégé R au deuxième port d'entrée des moyens de substitution 35.

Similairement à ce qui est fait dans la figure 3, le module de blocage 36 des moyens de substitution 35 reçoit un des signaux optiques dupliqués, $S(1)$ en l'occurrence et supprime, dans ce signal optique $S(1)$, les canaux optiques sélectionnés par l'unité de désagrégation 33d du module de sélection 33. Ce module de blocage 36 délivre ainsi, en sortie et à destination du moyen de couplage 37, un signal optique filtré S^* comprenant tous les canaux optiques du signal optique d'entrée S à l'exception des canaux optiques sélectionnés.

Le moyen de couplage 37 reçoit ainsi le signal optique filtré S^* , correspondant au signal optique d'entrée S sans les canaux optiques sélectionnés, sur son premier port d'entrée, ainsi qu'un signal optique agrégé R dans lequel les canaux optiques modifiés $C_1'-C_m'$ sont agrégés, sur son deuxième port d'entrée, et les couple afin de fournir un signal optique modifié S' composé de n canaux optiques multiplexés en longueurs d'onde incluant les m canaux optiques modifiés $C_1'-C_m'$.

Le signal optique de sortie S' obtenu avec le commutateur optique 30, correspond ainsi au signal optique S d'entrée dans lequel des sous-bandes optiques appartenant à plusieurs des canaux optiques du signal S ont été extraites et/ou remplacées.

Avec ce commutateur optique 30, il est ainsi possible d'extraire et/ou remplacer des sous-bandes optiques appartenant à différents canaux multiplexés en longueur d'onde au sein d'un même signal optique.

On se réfère maintenant à la **figure 6** sur laquelle sont illustrées les étapes d'un procédé 300 d'insertion/extraction de sous-bandes optiques appartenant à une pluralité de canaux optiques multiplexés au sein d'un signal optique S selon la présente invention, ces étapes pouvant être avantageusement effectuées au moyen du commutateur optique 30 de la figure 5.

Ce procédé 300 d'insertion/extraction correspond pour l'essentiel au procédé 200 d'insertion/extraction décrit précédemment et dont les étapes sont illustrées sur la figure 4. Il s'en distingue cependant par une boucle supplémentaire d'itération permettant d'extraire une ou plusieurs sous-bande(s) au sein d'une pluralité de canaux optiques alors que le procédé 200 de remplacement concernait le traitement d'un seul canal optique.

Le procédé 300 d'insertion/extraction comprend donc une première étape 310 de duplication du signal optique S en une pluralité de signaux optiques dupliqués, $S(1)$ et $S(2)$ en l'occurrence, similairement à l'étape 210 décrite précédemment.

Une fois la pluralité de signaux optiques dupliqués obtenue, le procédé 300 comprend successivement, pour un nombre m de canaux optiques à traiter, avec une variable i allant de 1 à m :

- la sélection (étape 320) d'un premier canal optique C_i , dans lequel se trouve une (ou plusieurs) sous-bande optique SB_i à extraire et/ou remplacer, à partir d'un premier des signaux optiques dupliqués $S(1)$, similairement à l'étape 220 décrite précédemment.

- l'application (étape 330) du procédé d'insertion/extraction 100 tel que décrit précédemment à la sous-bande optique SB_i , dans le canal optique sélectionné C_i , correspondant à l'étape 230 de remplacement précédemment décrite et comprenant les sous-étapes suivantes :

- une première sous-étape 331 de duplication du canal optique C_i en une pluralité de canaux optiques dupliqués $C_i(1)$ et $C_i(2)$, similairement à l'étape 231 précédemment décrite ;

- éventuellement une sous-étape 333 d'extraction, à partir d'au moins un des canaux optiques dupliqués, en l'occurrence $C_i(1)$ dans la figure 6, de la sous-bande optique SB_i à extraire et/ou remplacer, similairement à l'étape 233 précédemment décrite, si l'on désire extraire cette sous-bande pour recevoir les données qu'elle contient ;

- une sous-étape 335 d'obtention, à partir d'un autre des canaux optiques dupliqués différent du canal optique dupliqué utilisé pour l'extraction 333 (en l'occurrence $C_i(2)$ sur la figure 6), d'un canal optique filtré C_i^* dans lequel la sous-bande optique SB_i à remplacer est supprimée, similairement à l'étape 235 précédemment décrite ; et

- une fois le canal optique filtré C_i^* obtenu, une sous-étape 337 d'insertion d'une sous-bande optique de remplacement SB_i' dans le canal optique filtré C_i^* , afin d'obtenir un canal optique modifié C_i' , similairement à l'étape 237 précédemment décrite.

Une fois cette opération de remplacement 330 effectuée pour un canal optique modifié C_i' obtenu, les étapes 320 de sélection et 330 de remplacement sont à nouveau effectuées pour chaque canal optique C_i contenant une (ou plusieurs) sous-bande(s) optique(s) à extraire et/ou remplacer.

Une fois les m canaux optiques modifiés $C_1^*, \dots, C_i^*, \dots, C_m^*$ obtenus, ceux-ci sont agrégés au sein d'un même signal optique agrégé R au cours d'une étape d'agrégation 339.

Le procédé 300 de remplacement comprend alors une étape 340 d'obtention d'un signal optique modifié S' comprenant une première sous-étape 341 d'obtention d'un signal optique filtré S^* , à partir d'un deuxième signal optique dupliqué $S(2)$, similairement à l'étape 241 décrite précédemment, dans lequel les canaux optiques C_1, \dots, C_m sélectionnés comprenant les sous-bandes optiques SB_i à extraire et/ou remplacer sont supprimés.

L'étape 340 d'obtention d'un signal optique modifié comprend également une deuxième sous-étape 343 d'agrégation du signal optique filtré S^* , obtenu lors de la sous-étape 341, avec le signal optique agrégé R , obtenu lors de l'étape d'agrégation 339, afin d'obtenir un signal optique

modifié S' dans lequel les sous-bandes optiques SB_i ont bien été remplacées par des sous-bandes optiques SB_i' .

Le procédé d'insertion/extraction 300 permet ainsi l'extraction et/ou le remplacement de plusieurs sous-bandes optiques situées dans différents canaux optiques multiplexés en longueurs d'onde avec d'autres canaux optiques au sein d'un même signal optique.

On se réfère maintenant à la figure 7 sur laquelle est illustré un commutateur optique 40 utilisant le dispositif d'insertion/extraction 10 illustré sur la figure 1 selon un autre mode avantageux de réalisation de l'invention.

Ce commutateur optique 40 correspond à une implémentation bidirectionnelle du commutateur optique 30 illustré à la figure 5.

Pour ce faire, le commutateur optique comprend des moyens de réarrangement 41 et 45 associés respectivement à un des deux sens de transmission possibles.

Les premiers moyens de réarrangement 41 présentent les fonctions du moyen de duplication 31 selon la figure 5 pour un signal optique S_W transitant dans la direction Ouest-Est ainsi que les fonctions des moyens de substitution 35 selon la figure 5 pour un signal optique S_E transitant dans la direction Est-Ouest.

Les premiers moyens de réarrangement 41 comprennent donc un moyen de duplication 41d pour dupliquer le signal optique S_W en entrée, similaire au moyen de duplication 31. Les premiers moyens de réarrangement 41 comprennent également un module de blocage 41b bloquant certains canaux optiques sélectionnés dans le signal optique S_E , similaire au module de blocage 36 de la figure 5. Les premiers moyens de réarrangement 41 comprennent enfin un moyen de couplage 41c agrégeant un signal optique S_E^* filtré par le module de blocage 36 avec un signal optique modifié R_E composé des canaux optiques sélectionnés dans le signal optique S_E pour lesquels des sous-bandes optiques sont extraites et/ou remplacées.

De façon symétrique, les deuxièmes moyens de réarrangement 45 présentent les fonctions du moyen de duplication 31 selon la figure 5 pour un signal optique S_E transitant dans la direction Est-Ouest ainsi que les fonctions des moyens de substitution 35 selon la figure 5 pour un signal optique S_W transitant dans la direction Ouest-Est.

Ces deuxièmes moyens de réarrangement 45 comprennent donc un moyen de duplication 45d pour dupliquer le signal optique S_E en entrée, similaire au moyen de duplication 31 de la figure 5. Les deuxièmes moyens de réarrangement 45 comprennent également un module de blocage 45b bloquant certains canaux optiques sélectionnés dans le signal optique S_W , similaire au module de blocage 36 de la figure 5. Les deuxièmes moyens de réarrangement 45 comprennent enfin un moyen de couplage 45c agrégeant un signal optique S_W^* filtré par le module de blocage 36 avec un signal optique modifié R_W composé des canaux optiques sélectionnés dans le signal optique S_W pour lesquels des sous-bandes optiques sont extraites et/ou remplacées.

En ce qui concerne la direction Ouest-Est, le commutateur optique 40 comprend un module de sélection 33_w , similaire au module de sélection 33 de la figure 5, qui comporte une unité de désagrégation de canaux optiques similaire à l'unité de désagrégation 33d de la figure 5, dont le port d'entrée est connecté à l'un des deux ports de sortie du moyen de duplication 41d afin de recevoir le signal optique dupliqué $S_w(1)$ et qui présente un nombre m' de ports de sortie.

Chaque port de sortie de cette unité de désagrégation est connecté respectivement au port d'entrée principal d'un dispositif d'insertion/extraction associé au canal optique fourni sur ce port de sortie, de sorte que cette unité de désagrégation est connectée à m' dispositifs d'insertion/extraction $10_{w,1}, \dots, 10_{w,m'}$ similaires au dispositif d'insertion/extraction 10. Par commodité, seuls le premier dispositif $10_{w,1}$ et le dernier dispositif $10_{w,m'}$, parmi ces m' dispositifs, sont représentés sur la figure 7.

Chacun des m' dispositifs d'insertion/extraction $10_{w,1} - 10_{w,m'}$ connectés à l'un des ports de sortie de l'unité de désagrégation est connecté à un module de réception optique par son port d'extraction s_D , ainsi qu'à un module d'émission optique par son port d'insertion, similairement à ce qui est décrit sur la figure 5. Les différentes paires de modules de réception et d'émission peuvent être rassemblées au sein d'une unité d'émission/réception optique 34_w , similairement à la figure 5.

Le module de sélection 33_w comporte également une unité d'agrégation $33_{w,a}$ de canaux optiques, similaire à l'unité d'agrégation 33a de la figure 5, qui présente un nombre m' de ports d'entrée. Chacun de ces m' ports d'entrée est connecté respectivement au port de sortie principal s_L d'un des dispositifs d'insertion/extraction $10_{w,i}$ de sorte que l'unité $33_{w,a}$ d'agrégation reçoit une pluralité de canaux optiques modifiés $C_{w,1}', \dots, C_{w,m}'$ issus de m' canaux optiques sélectionnés parmi les canaux $C_{w,1}, \dots, C_{w,n}$ du signal S_w et traités respectivement par les dispositifs d'insertion/extraction $10_{w,i}$.

Cette unité $33_{w,a}$ d'agrégation va rassembler les canaux optiques modifiés $C_{w,1}', \dots, C_{w,m}'$ au sein d'un même signal optique R_w de canaux modifiés et transmettre ce signal agrégé R_w au deuxième port d'entrée du moyen de couplage 45c appartenant aux moyens de réarrangement 45.

Le signal optique de sortie S_w' , obtenu en sortie du moyen de couplage 45 par agrégation du signal optique S_w filtré par le module de blocage 45b avec le signal agrégé R_w , correspond ainsi au signal optique S_w dans lequel des sous-bandes optiques appartenant à plusieurs des canaux optiques du signal S_w ont été extraites et/ou remplacées.

De façon symétrique, en ce qui concerne la direction Est-Ouest, le commutateur optique 40 comprend un module de sélection 33_E , similaire au module de sélection 33 de la figure 5, qui comporte une unité de désagrégation $33_{E,d}$ de canaux optiques similaire à l'unité de désagrégation 33d de la figure 5, dont le port d'entrée est connecté à l'un des deux ports de sortie du moyen de duplication 45d, afin de recevoir le signal optique S_E , et qui présente un nombre m' de ports de sortie.

Chaque port de sortie de cette unité de désagrégation $33_{E,d}$ est connecté respectivement au port d'entrée principal e_j , d'un dispositif d'insertion/extraction $10_{E,j}$ associé au canal optique $C_{E,i}$ fourni sur ce port de sortie, de sorte que cette unité de désagrégation est connectée à m' dispositifs d'insertion/extraction $10_{E,1}, \dots, 10_{E,m'}$ similaires au dispositif d'insertion/extraction 10. Toujours par commodité, seul le premier dispositif $10_{E,1}$ et le dernier dispositif $10_{E,m'}$, parmi ces m' dispositifs, sont représentés sur la figure 7.

Chacun des m' dispositifs d'insertion/extraction $10_{E,1}-10_{E,m'}$ connectés à l'un des ports de sortie de l'unité de désagrégation $33_{E,d}$ est connecté à un module de réception optique par son port d'extraction s_D , ainsi qu'à un module d'émission optique par son port d'insertion, similairement à ce qui est décrit sur la figure 5. Les différents couples de modules de réception et d'émission peuvent être rassemblés au sein d'une unité d'émission/réception optique 34_E , similairement à la figure 4.

Le module de sélection 33_E comporte également une unité d'agrégation $33_{E,a}$ de canaux optiques, similaire à l'unité d'agrégation 33_a de la figure 4, qui présente un nombre m' de ports d'entrée. Chacun de ces m' ports d'entrée est connecté respectivement au port de sortie principal s_k d'un des dispositifs d'insertion/extraction $10_{E,i}$ de sorte que l'unité d'agrégation $33_{E,a}$ reçoit une pluralité de canaux optiques modifiés $C_{E,1}', \dots, C_{E,m}'$ issus de m' canaux optiques sélectionnés parmi les canaux $C_{E,1}, \dots, C_{E,n}$ du signal S_E et traités respectivement par les dispositifs d'insertion/extraction $10_{E,i}$.

Cette unité d'agrégation $33_{E,a}$ va rassembler les canaux optiques modifiés $C_{E,1}', \dots, C_{E,m}'$ au sein d'un même signal optique R_E de canaux modifiés et transmettre ce signal agrégé R_E au deuxième port d'entrée du moyen de couplage 41c appartenant aux deuxièmes moyens de réarrangement 45.

Le signal optique de sortie S_E' , obtenu en sortie du moyen de couplage 41 par agrégation du signal optique S_E^* filtré par le module de blocage 41b avec le signal agrégé R_E , correspond ainsi au signal optique S_E dans lequel des sous-bandes optiques appartenant à plusieurs des canaux optiques du signal S_E ont été extraites et/ou remplacées.

Le commutateur optique 40 est donc capable de traiter les signaux optiques multiplexés aussi bien dans la direction Est-Ouest que dans la direction Ouest-Est. Ce commutateur optique 40 est par conséquent insensible à la direction de transmission (on dit qu'il est « directionless » en anglais).

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation ci-dessus décrits et représentés, à partir desquels on pourra prévoir d'autres modes et d'autres formes de réalisation, sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

Revendications

1. Dispositif d'insertion/extraction (10) d'au moins une sous-bande optique dans un canal optique (C_i) composé d'une pluralité de sous-bandes optiques, le dispositif comprenant :
- 5 - un moyen de duplication (11) apte à dupliquer le canal optique (C_i) vers un premier port de duplication (s_1) et un deuxième port de duplication (s_2) :
- des moyens d'extraction (13) aptes à extraire une première sous-bande optique (SB) appartenant au canal optique (C_i), consistant en des moyens de filtrage passe-bande connectés au premier port de duplication (s_1) afin de recevoir un premier canal optique dupliqué ($C_i(1)$) et
- 10 arrangés pour laisser passer, vers un port d'extraction (s_D), la première sous-bande optique (SB) du premier canal optique dupliqué ;
- des moyens de suppression (15) arrangés pour obtenir un canal optique filtré (C_i^*) à partir du canal optique (C_i) dans lequel au moins une deuxième sous-bande (SB'') est supprimée,
- 15 consistant en des moyens de filtrage coupe-bande connectés au deuxième port de duplication (s_2) afin de recevoir un deuxième canal optique dupliqué ($C_i(2)$) et arrangés pour filtrer la deuxième sous-bande (SB'') dans ledit deuxième canal optique dupliqué afin d'obtenir le canal optique filtré (C_i^*) ;
- un moyen de couplage (17) apte à insérer une sous-bande optique de remplacement (SB') à la place de la deuxième sous-bande (SB'') dans le canal optique filtré (C_i^*) afin d'obtenir un
- 20 canal optique modifié (C_i') dans lequel la largeur de la bande spectrale passante des moyens de filtrage passe-bande et/ ou de la bande spectrale rejetée par les moyens de filtrage coupe-bande est comprise dans un intervalle allant de 7 GHz à 10 GHz.
- 25
2. Dispositif d'insertion/extraction (10) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la largeur de la bande spectrale passante des moyens de filtrage passe-bande (13) et/ou de la bande spectrale rejetée par les moyens de filtrage coupe-bande (15) est ajustable.
- 30
3. Dispositif d'insertion/extraction (10) selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que la fréquence centrale de la bande spectrale passante des moyens de filtrage passe-bande (13) et/ ou de la bande spectrale rejetée par les moyens de filtrage coupe-bande (15) est accordable.
- 35
4. Dispositif d'insertion/extraction (10) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les sous-bandes optiques du canal optique (C_i) comprennent au moins deux signaux optiques multiplexés orthogonalement en fréquence.

5. Dispositif d'insertion/extraction (10) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend un module de gestion de dispositif, connecté aux moyens de filtrage passe-bande (13) et aux moyens de filtrage coupe-bande (15), ledit module de gestion de dispositif étant arrangé pour ajuster la bande spectrale passante des moyens de filtrage passe-bande (13) et la bande spectrale rejetée par les moyens de filtrage coupe-bande (15) et pour accorder la fréquence centrale de la bande spectrale passante des moyens de filtrage passe-bande (13) et de la bande spectrale rejetée par les moyens de filtrage coupe-bande (15).

6. Commutateur optique d'insertion/extraction (20) d'au moins une sous-bande optique appartenant à au moins un canal optique (C_1) compris dans un signal optique (S) comportant une pluralité de canaux optiques multiplexés en longueur d'onde, ledit commutateur optique comprenant :

- un module de sélection (23) apte à sélectionner au moins un canal optique (C_1) comprenant au moins une sous-bande optique à extraire et/ou à remplacer parmi les canaux optiques multiplexés du signal optique (S) ;

- au moins un dispositif d'insertion/extraction (10) selon l'une des revendications 1 à 5, connecté au module de sélection (23) et arrangé pour extraire au moins une première sous-bande optique du canal optique sélectionné (C_1) et/ou fournir un canal optique modifié (C_1') obtenu à partir du canal optique sélectionné dans lequel au moins une sous-bande optique de remplacement est insérée ;

- des moyens de substitution (25), connectés au dispositif d'insertion/extraction (10) et arrangés pour obtenir un signal optique modifié (S') par remplacement du au moins un canal optique sélectionné (C_1) par le au moins un canal optique modifié (C_1').

7. Commutateur optique d'insertion/extraction (20) selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un moyen de duplication (21) arrangé pour dupliquer le signal optique (S) sur au moins un premier et un deuxième ports de sortie, le premier port de sortie étant connecté au module de sélection (23) pour lui fournir un premier signal optique dupliqué (S(1)) et le deuxième port de sortie étant connecté aux moyens de substitution (25) pour leur fournir un deuxième signal optique dupliqué, et en ce que les moyens de substitution (25) comprennent :

- un module de blocage (26) arrangé pour recevoir le deuxième signal optique dupliqué (S(2)) et pour fournir en sortie un signal optique filtré (S*) dans lequel le au moins un canal optique sélectionné (C_1) est supprimé ;

- un moyen de couplage (27) arrangé pour coupler le signal optique filtré (S*) et le au moins un canal optique modifié (C_1') afin d'obtenir le signal optique modifié (S').

8. Commutateur optique d'insertion/extraction (30) selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend un module de gestion de commutateur connecté au module de sélection (23) et au module de blocage (26), ledit module de gestion de commutateur étant arrangé pour commander le module de sélection (23) et le module de blocage (26) afin de respectivement sélectionner et supprimer le au moins un canal optique (C_i).

9. Commutateur optique d'insertion/extraction (30) selon l'une des revendications 6 à 8, dans lequel ledit commutateur comprend une pluralité de dispositifs d'insertion/extraction ($10_i, 10_m$) selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le module de sélection (33) comprend :

- une unité de désagrégation (33d) arrangée pour transmettre une pluralité de canaux optiques sélectionnés (C_i, C_m), comportant chacun au moins une sous-bande optique à extraire et/ou remplacer, respectivement vers chacun des dispositifs d'insertion/extraction ($10_i, 10_m$) ;

- une unité d'agrégation (33a) arrangée pour agréger les canaux optiques modifiés (C_i', C_m') obtenus respectivement par chacun des dispositifs d'insertion/extraction ($10_i, 10_m$) dans un signal optique agrégé (R) transmis aux moyens de substitution (35).

10. Procédé d'insertion/extraction (100) d'au moins une sous-bande optique dans un canal optique (C_i) comportant une pluralité de sous-bandes optique, ledit procédé comprenant :

- la duplication (101) du canal optique (C_i) en une pluralité de canaux optiques dupliqués ;

- l'extraction (103) d'au moins une première sous-bande optique (SB) dans l'un des canaux optiques dupliqués (C_i) par des moyens de filtrage passe-bande arrangés pour laisser passer la première sous-bande optique (SB) du canal optique dupliqué ;

- l'obtention (105) d'un canal optique filtré (C_i^*) à partir d'un des canaux optiques dupliqués (C_i) dans lequel au moins une deuxième sous-bande optique est supprimée par des moyens de filtrage coupe-bande arrangés pour filtrer la deuxième sous-bande (SB'') dans ledit canal optique dupliqué afin d'obtenir le canal optique filtré (C_i^*) ; et

- l'insertion (107) d'au moins une sous-bande optique de remplacement (SB') dans le canal optique filtré, en remplacement de la deuxième sous-bande optique, afin d'obtenir un canal optique modifié (C_i').

dans lequel la largeur de la bande spectrale passante des moyens de filtrage passe-bande et/ ou de la bande spectrale rejetée par les moyens de filtrage coupe-bande est comprise dans un intervalle allant de 7 GHz à 10 GHz.

35

11. Procédé d'insertion/extraction (200) d'au moins une sous-bande optique dans un signal optique (S) comprenant une pluralité de canaux optiques (C_1, C_2, C_3) multiplexés en

longueurs d'onde, au moins un desdits canaux optiques comprenant une pluralité de sous-bandes optiques, ledit procédé comprenant :

- l'extraction (220) d'au moins un desdits canaux optiques (C_1) comprenant au moins une sous-bande optique à extraire et/ou à remplacer ;

5 - l'application (230) du procédé d'insertion/extraction selon la revendication 10 au canal optique extrait, afin d'extraire au moins une première sous-bande optique du canal optique extrait (C_1) et/ou d'obtenir au moins un canal optique modifié (C_1') à partir du canal optique extrait (C_1) dans lequel au moins une sous-bande optique de remplacement est insérée à la place d'au moins une deuxième sous-bande optique ;

10 - l'obtention (240) d'un signal optique modifié (S') à partir du signal optique (S) dans lequel le canal optique extrait (C_1) est remplacé par le canal optique modifié (C_1').

12. Procédé d'insertion/extraction (200) selon la revendication 11, caractérisé par une duplication (210) préalable du signal optique (S) en au moins un premier et un deuxième signaux optiques dupliqués ($S(1), S(2)$), l'extraction (220) du canal optique (C_1) se faisant à partir du premier signal optique dupliqué ($S(1)$), et l'étape d'obtention (240) du signal optique modifié (S') comprenant :

- l'obtention (241) d'un signal optique filtré (S^*) à partir du deuxième signal optique dupliqué ($S(2)$) dans lequel la deuxième sous-bande optique est supprimée ;

20 - l'agrégation (243) du signal optique filtré (S^*) avec le au moins un canal optique modifié (C_1') afin d'obtenir le signal optique modifié.

13. Procédé d'insertion/extraction (300) selon la revendication 11, dans lequel une pluralité de sous-bandes optiques comprises dans une pluralité de canaux optiques sélectionnés sont à extraire et/ou remplacer, caractérisé en ce que :

25 - l'application (330) du procédé d'insertion/extraction selon l'une des revendications 11 à 12 est effectuée pour chacun desdits canaux optiques sélectionnés afin d'obtenir une pluralité de canaux optiques modifiés dans lesquels au moins une sous-bande optique de remplacement est insérée ;

30 - la pluralité de canaux optiques modifiés est agrégée (339) en un signal optique agrégé (R) avant l'obtention (340) du signal optique modifié ;

- l'étape d'agrégation (343) comprend l'agrégation du signal optique filtré (S^*) avec le signal optique agrégé (R) afin d'obtenir le signal optique modifié (S').

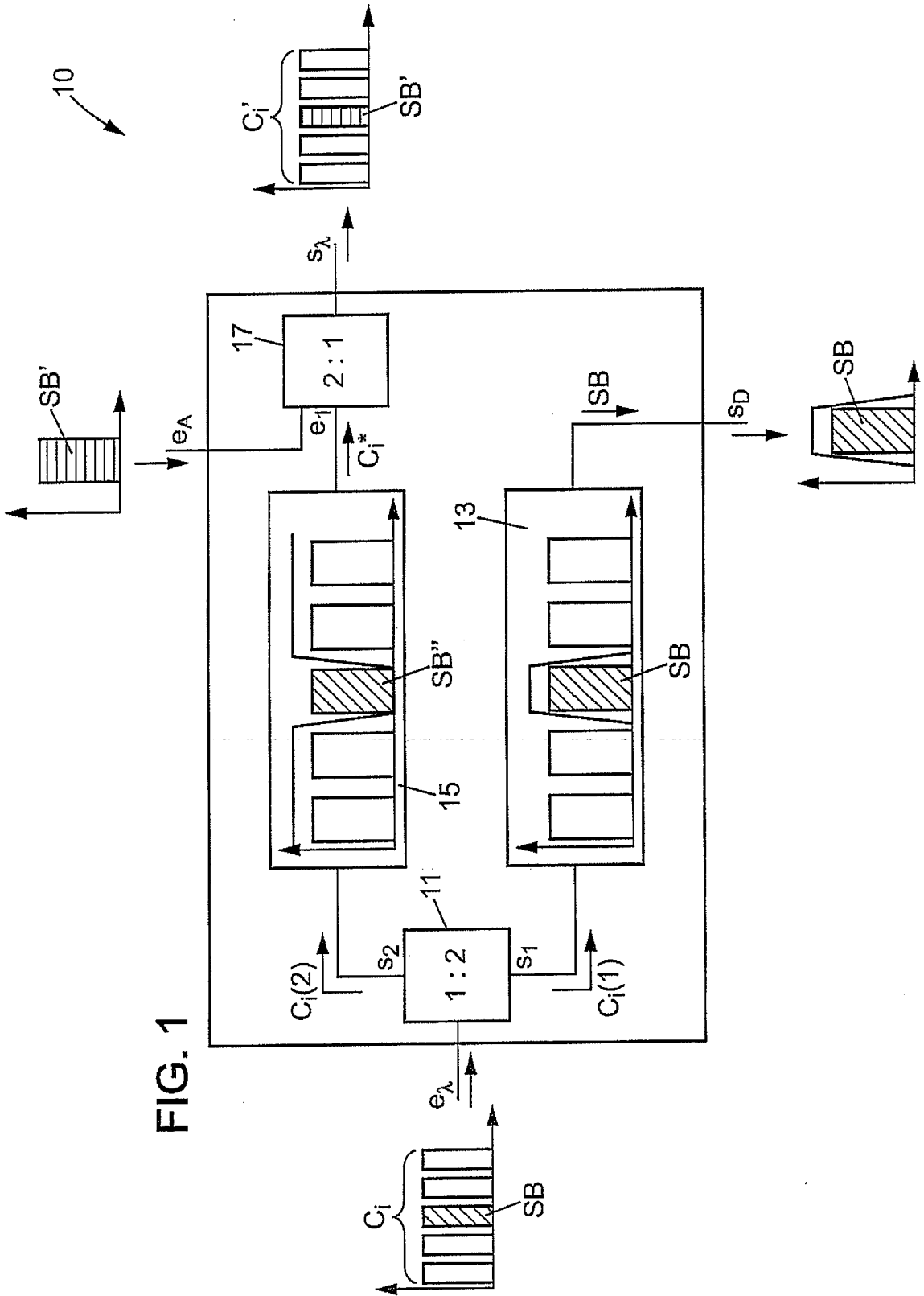
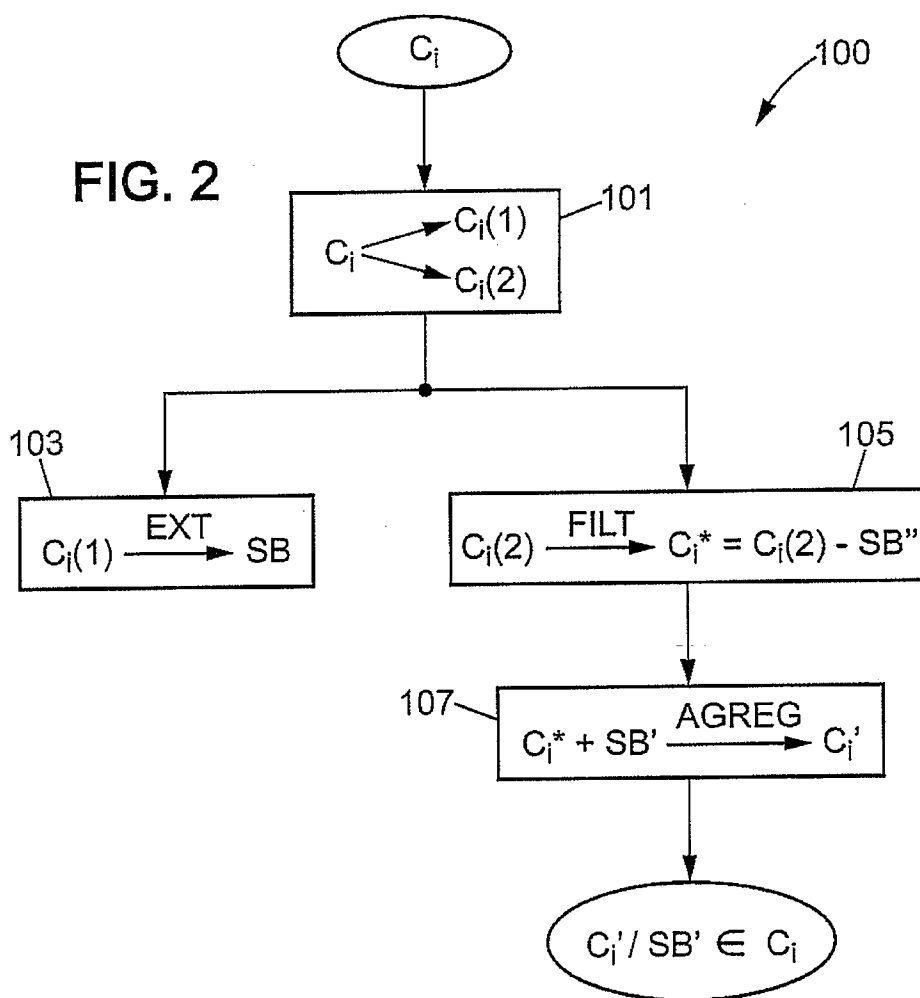


FIG. 1

FIG. 2



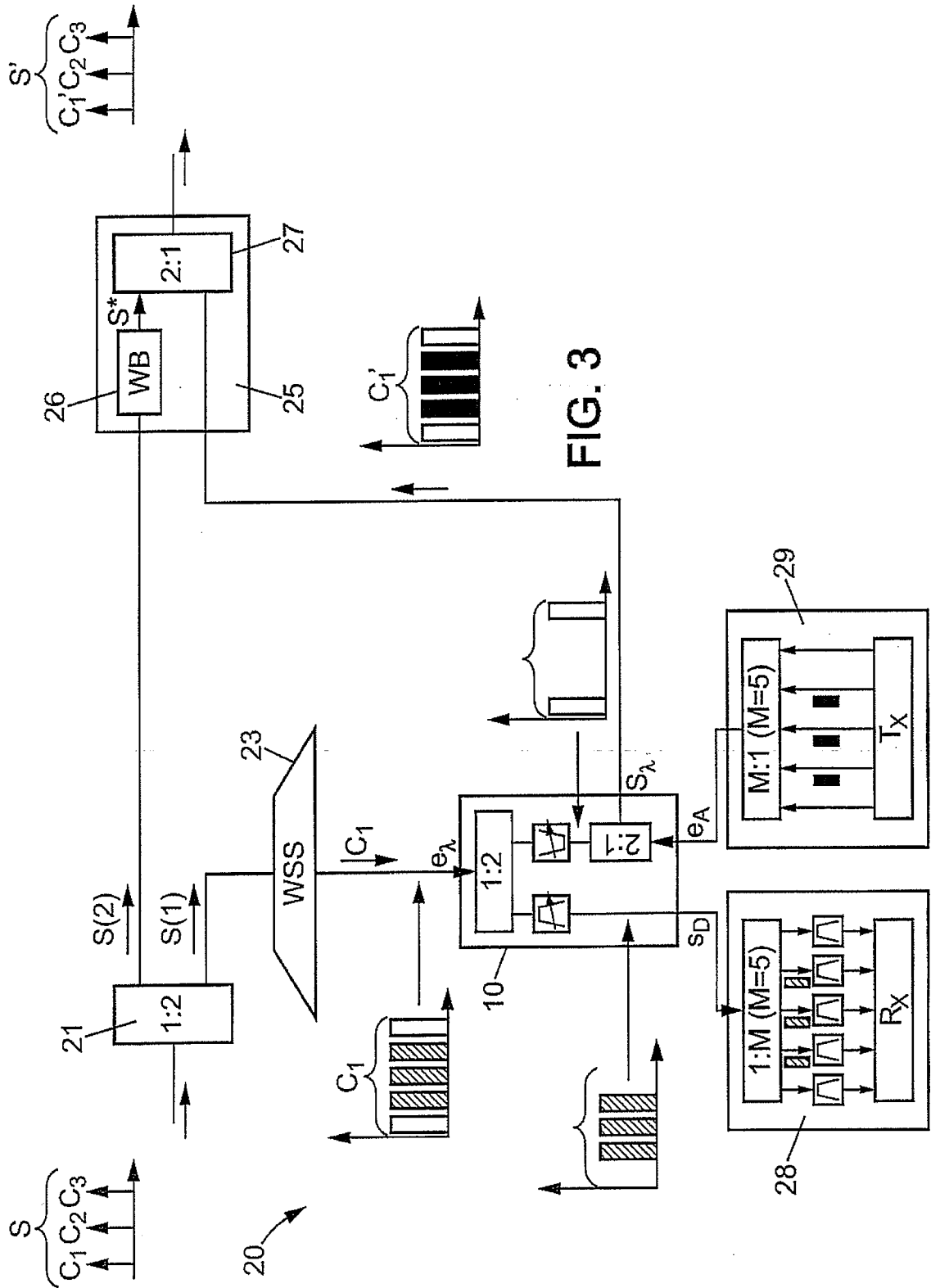
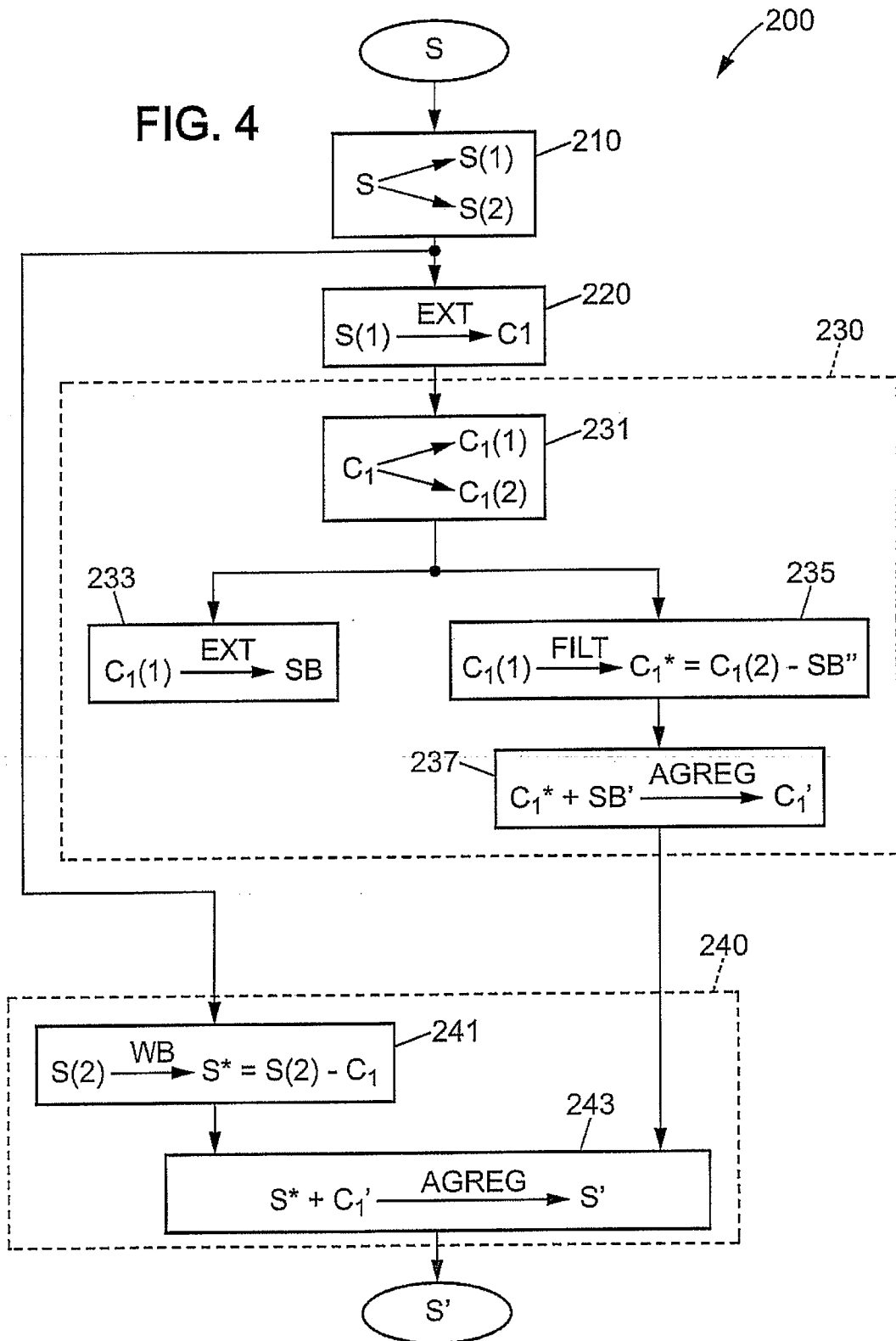


FIG. 3

FIG. 4



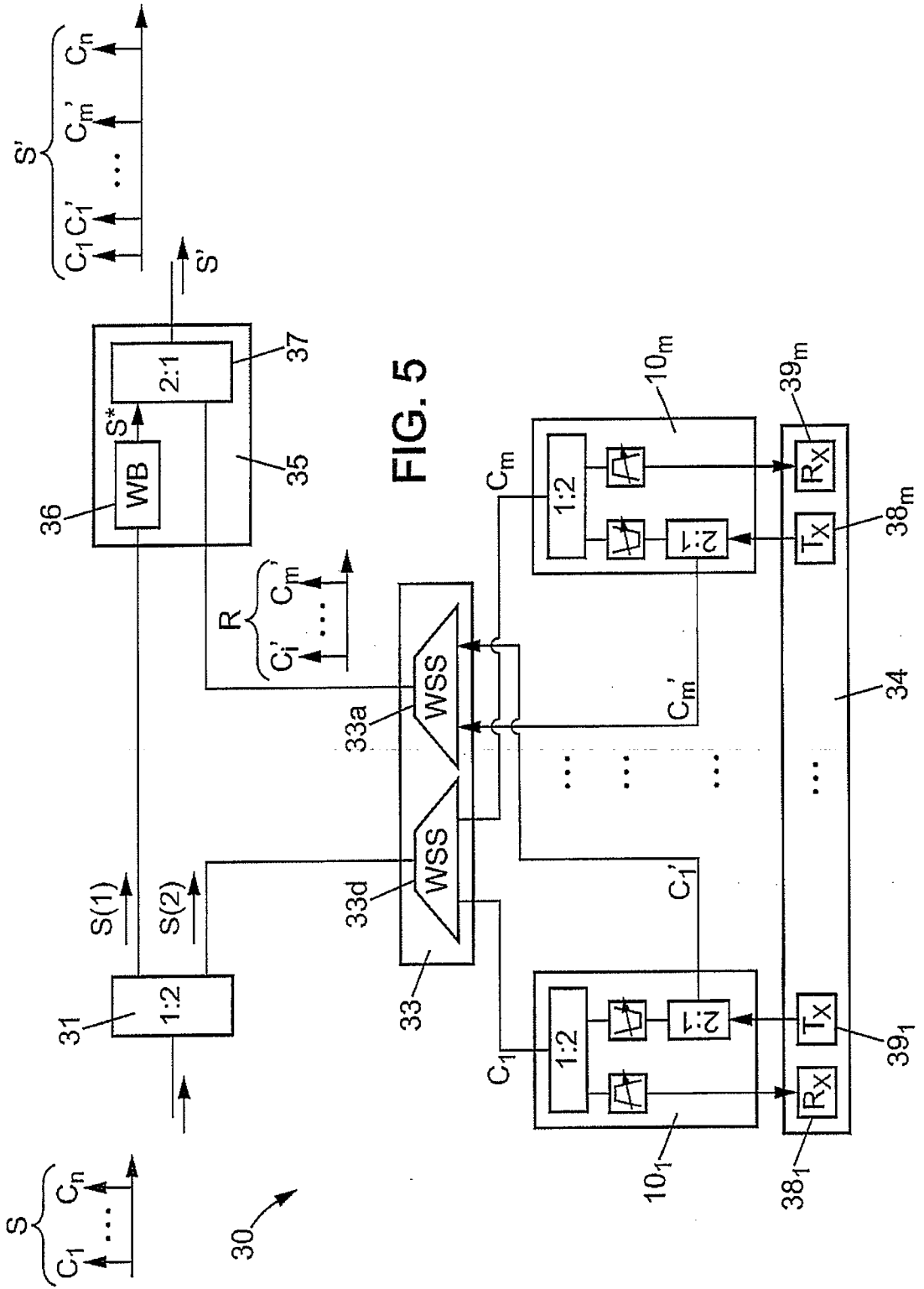
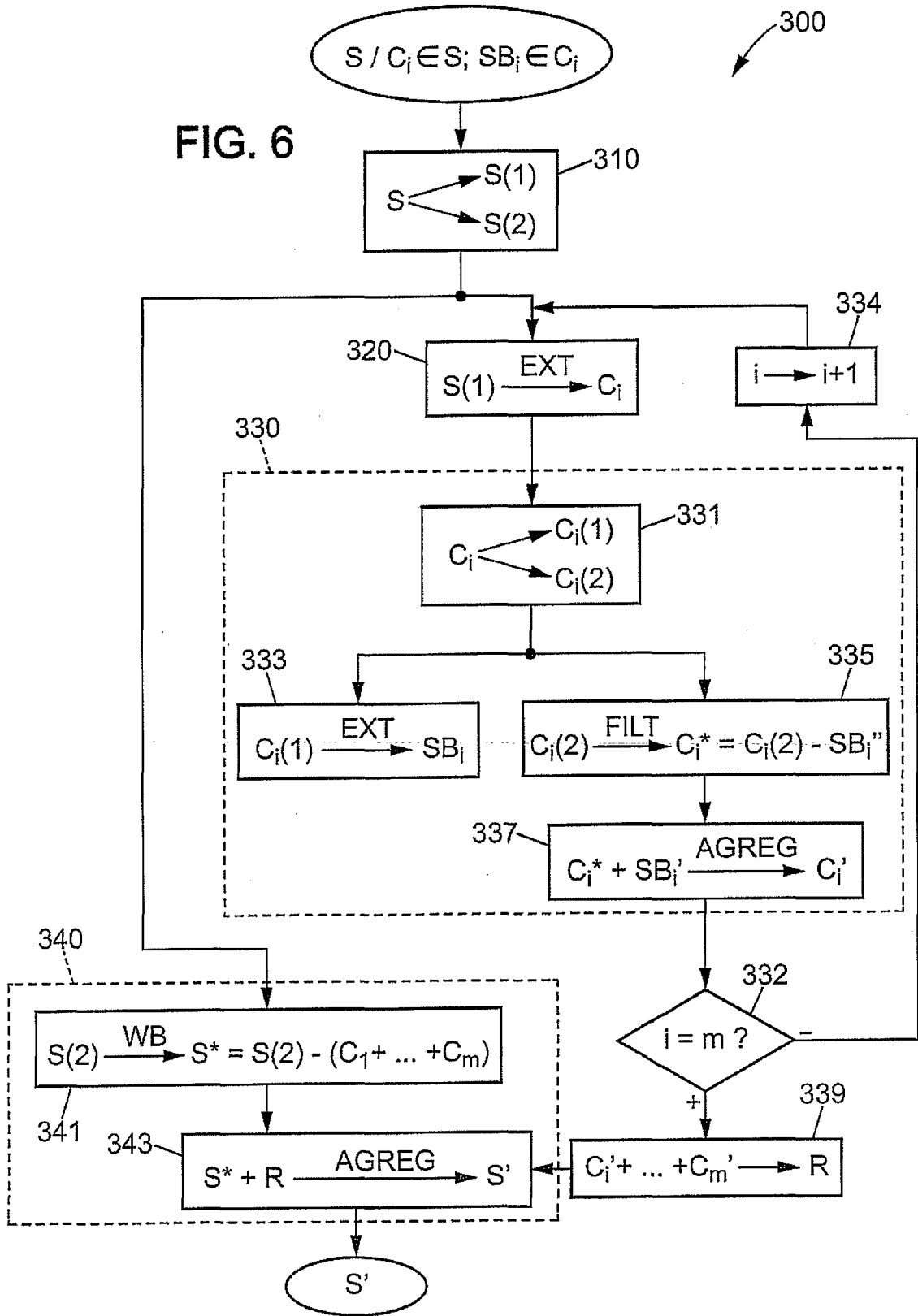
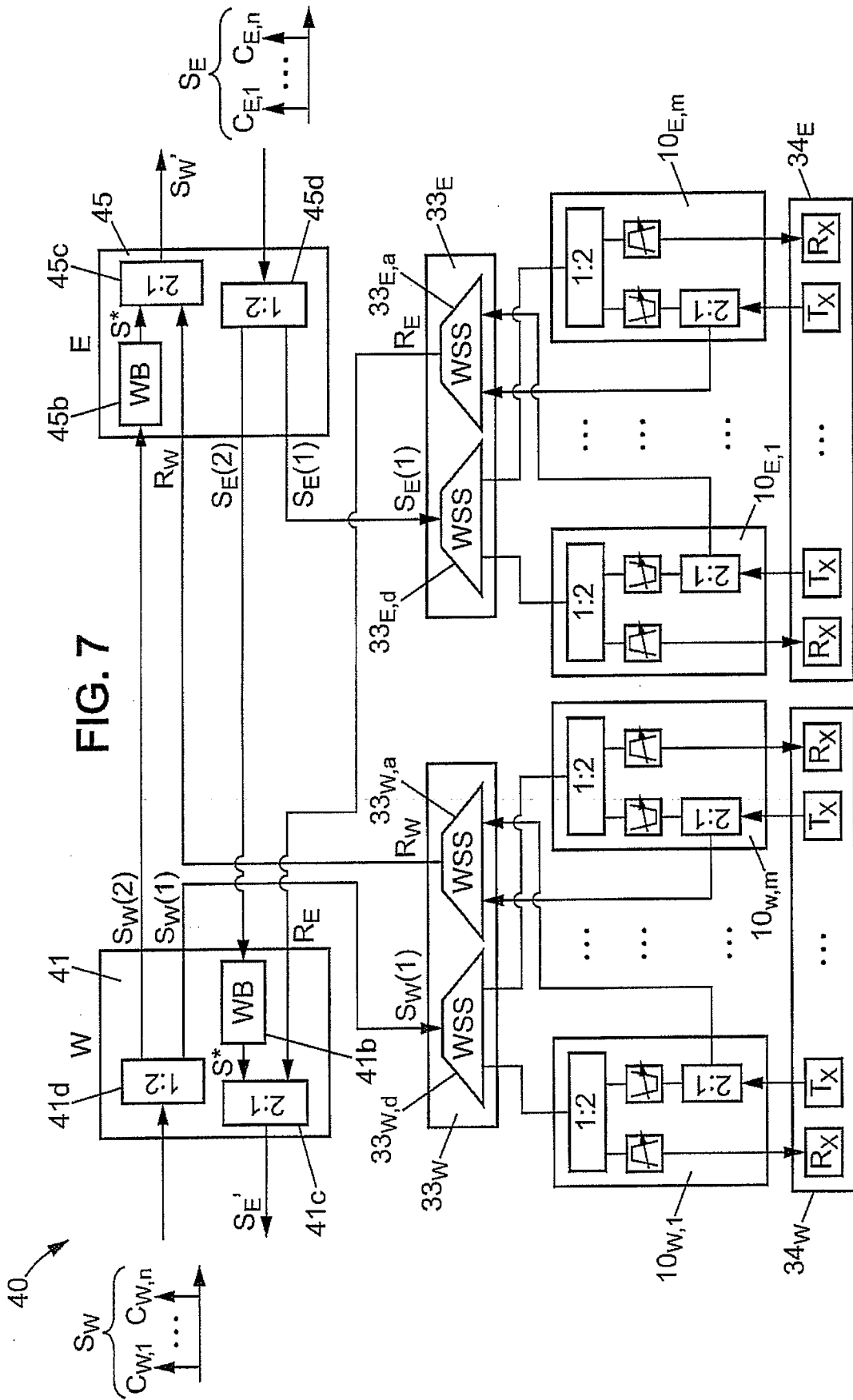


FIG. 5

FIG. 6





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2011/050487

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04J14/02
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 628 424 A2 (FUJITSU LTD [JP]) 22 February 2006 (2006-02-22) paragraph [0002] paragraph [0010] - paragraph [0011] paragraph [0024] - paragraph [0026]; figure 3 paragraph [0032] - paragraph [0034]; figure 6 paragraph [0041] - paragraph [0042]; figures 10,11a paragraph [0051] - paragraph [0052]; figures 18,19a paragraph [0087] - paragraph [0090]; figures 36a,36b,36c,36d paragraph [0092] - paragraph [0093]; figure 36f ----- -/--	1-13

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search 27 June 2011	Date of mailing of the international search report 04/07/2011
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Roaldán Andrade, J
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2011/050487

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 492 260 A1 (CNX S P A [IT]; SIEMENS AG [DE]) 29 December 2004 (2004-12-29) paragraph [0005] - paragraph [0006] paragraph [0018] - paragraph [0019] paragraph [0022] paragraph [0034] - paragraph [0054]; figures 1a,1b,1c -----	1-13
X	EP 1 744 477 A1 (FUJITSU LTD [JP]) 17 January 2007 (2007-01-17) paragraph [0026] paragraph [0036] - paragraph [0040]; figures 1,3 paragraph [0042] - paragraph [0043] -----	1-13
A	US 2007/286605 A1 (FEUER MARK D [US] ET AL) 13 December 2007 (2007-12-13) paragraph [0006] paragraph [0012] - paragraph [0014] paragraph [0022]; figure 2 -----	1-13
A	EP 2 134 007 A1 (ALCATEL LUCENT [FR]) 16 December 2009 (2009-12-16) paragraph [0007] - paragraph [0020] paragraph [0032] - paragraph [0034]; figures 1,2 paragraph [0036] - paragraph [0044]; figures 4,5 -----	1-13
A	TAKADA K ET AL: "5 GHz-spaced 4200-channel two-stage tandem demultiplexer for ultra-multi-wavelength light source using supercontinuum generation", ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 38, no. 12, 6 June 2002 (2002-06-06), pages 572-573, XP006018320, ISSN: 0013-5194, DOI: DOI:10.1049/EL:20020418 the whole document -----	1,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2011/050487

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1628424	A2	22-02-2006	JP 4530821 B2 25-08-2010
			JP 2006087062 A 30-03-2006
			US 2006034610 A1 16-02-2006
			US 2009148166 A1 11-06-2009
			US 2011038636 A1 17-02-2011

EP 1492260	A1	29-12-2004	NONE

EP 1744477	A1	17-01-2007	DE 602006000072 T2 08-05-2008
			JP 4303710 B2 29-07-2009
			JP 2007028207 A 01-02-2007
			US 2007014513 A1 18-01-2007

US 2007286605	A1	13-12-2007	CA 2648478 A1 21-12-2007
			EP 2025086 A1 18-02-2009
			WO 2007146109 A1 21-12-2007

EP 2134007	A1	16-12-2009	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2011/050487

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H04J14/02 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H04J		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, INSPEC, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 628 424 A2 (FUJITSU LTD [JP]) 22 février 2006 (2006-02-22) alinéa [0002] alinéa [0010] - alinéa [0011] alinéa [0024] - alinéa [0026]; figure 3 alinéa [0032] - alinéa [0034]; figure 6 alinéa [0041] - alinéa [0042]; figures 10, 11a alinéa [0051] - alinéa [0052]; figures 18, 19a alinéa [0087] - alinéa [0090]; figures 36a, 36b, 36c, 36d alinéa [0092] - alinéa [0093]; figure 36f ----- -/--	1-13
<input checked="" type="checkbox"/>	Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/>
Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
27 juin 2011	04/07/2011	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Roldán Andrade, J

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	<p>EP 1 492 260 A1 (CNX S P A [IT]; SIEMENS AG [DE]) 29 décembre 2004 (2004-12-29) alinéa [0005] - alinéa [0006] alinéa [0018] - alinéa [0019] alinéa [0022] alinéa [0034] - alinéa [0054]; figures 1a,1b,1c</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-13
X	<p>EP 1 744 477 A1 (FUJITSU LTD [JP]) 17 janvier 2007 (2007-01-17) alinéa [0026] alinéa [0036] - alinéa [0040]; figures 1,3 alinéa [0042] - alinéa [0043]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-13
A	<p>US 2007/286605 A1 (FEUER MARK D [US] ET AL) 13 décembre 2007 (2007-12-13) alinéa [0006] alinéa [0012] - alinéa [0014] alinéa [0022]; figure 2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-13
A	<p>EP 2 134 007 A1 (ALCATEL LUCENT [FR]) 16 décembre 2009 (2009-12-16) alinéa [0007] - alinéa [0020] alinéa [0032] - alinéa [0034]; figures 1,2 alinéa [0036] - alinéa [0044]; figures 4,5</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-13
A	<p>TAKADA K ET AL: "5 GHz-spaced 4200-channel two-stage tandem demultiplexer for ultra-multi-wavelength light source using supercontinuum generation", ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 38, no. 12, 6 juin 2002 (2002-06-06), pages 572-573, XP006018320, ISSN: 0013-5194, DOI: DOI:10.1049/EL:20020418 le document en entier</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2011/050487

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1628424	A2	22-02-2006	JP 4530821 B2 25-08-2010
			JP 2006087062 A 30-03-2006
			US 2006034610 A1 16-02-2006
			US 2009148166 A1 11-06-2009
			US 2011038636 A1 17-02-2011

EP 1492260	A1	29-12-2004	AUCUN

EP 1744477	A1	17-01-2007	DE 602006000072 T2 08-05-2008
			JP 4303710 B2 29-07-2009
			JP 2007028207 A 01-02-2007
			US 2007014513 A1 18-01-2007

US 2007286605	A1	13-12-2007	CA 2648478 A1 21-12-2007
			EP 2025086 A1 18-02-2009
			WO 2007146109 A1 21-12-2007

EP 2134007	A1	16-12-2009	AUCUN
