

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6816625号
(P6816625)

(45) 発行日 令和3年1月20日(2021.1.20)

(24) 登録日 令和2年12月28日(2020.12.28)

(51) Int. Cl.		F 1	
HO 4W 16/18	(2009.01)	HO 4W 16/18	
HO 4W 72/04	(2009.01)	HO 4W 72/04	1 3 2
HO 4J 1/04	(2006.01)	HO 4J 1/04	
HO 4W 52/04	(2009.01)	HO 4W 52/04	

請求項の数 10 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-80363 (P2017-80363)</p> <p>(22) 出願日 平成29年4月14日 (2017.4.14)</p> <p>(65) 公開番号 特開2018-182555 (P2018-182555A)</p> <p>(43) 公開日 平成30年11月15日 (2018.11.15)</p> <p>審査請求日 令和2年3月4日 (2020.3.4)</p>	<p>(73) 特許権者 000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号</p> <p>(74) 代理人 100123788 弁理士 官崎 昭夫</p> <p>(74) 代理人 100127454 弁理士 緒方 雅昭</p> <p>(72) 発明者 長瀬 雅央 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内</p> <p>(72) 発明者 佐藤 浩幸 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内</p> <p>審査官 三枝 保裕</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 回線設計方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

通信周波数帯内で異なる周波数を割り当てて複数の周波数配置を発生することと、
前記複数の周波数配置において周波数配置間の相互変調に起因する干渉を与える周波数配置と該干渉を被る周波数配置との関係を有向グラフとして表現することと、
前記有向グラフでの閉路の有無を判定し、前記閉路が存在する場合にはいずれかの周波数配置を削除して該閉路を解消することと、
前記閉路が解消した前記有向グラフを各周波数配置をノードとする木構造として扱って、前記木構造において葉から根に向かう方向で前記干渉を伝播させながら各ノードに対応する周波数配置に対する送信電力値を計算することと、
を有する、回線設計方法。

【請求項2】

前記閉路を解消することを、前記有向グラフに含まれるすべての閉路が解消するまで繰り返す、請求項1に記載の回線設計方法。

【請求項3】

前記閉路を解消するために削除した周波数配置と同数の周波数配置を新たな周波数配置として追加し、前記新たな周波数配置も含めて前記送信電力値を計算する、請求項1または2に記載の回線設計方法。

【請求項4】

他の周波数配置に対して干渉を発生し得る周波数を避けて前記新たな周波数配置を追加

する、請求項 3 に記載の回線設計方法。

【請求項 5】

前記有向グラフに対してトポロジカルソートを適用して前記閉路の有無を判定する、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の回線設計方法。

【請求項 6】

通信周波数帯内で異なる周波数を割り当てて複数の周波数配置を発生する周波数配置発生部と、

前記周波数配置発生部が発生した複数の周波数配置において周波数配置間の相互変調に起因する干渉を与える周波数配置と該干渉を被る周波数配置との関係である干渉関係を求めて該干渉関係を有向グラフとして表現する干渉関係決定部と、

前記有向グラフに閉路が存在するかどうかを判定し、前記閉路が存在する場合には、前記周波数配置発生部が発生した複数の周波数配置のうちのいずれかを削除して前記閉路を解消する閉路判定部と、

前記閉路が解消された後の前記有向グラフを各周波数配置をノードとする木構造として扱って、前記木構造において葉から根に向かう方向で前記干渉を伝播させながら各ノードに対応する周波数配置に対する送信電力値を計算する送信電力計算部と、

を有する、回線設計装置。

【請求項 7】

前記閉路判定部は、前記閉路を解消することを、前記有向グラフに含まれるすべての閉路が解消するまで繰り返す、請求項 6 に記載の回線設計装置。

【請求項 8】

前記閉路判定部が削除した周波数配置と同数の周波数配置を新たな周波数配置として追加する周波数配置追加部をさらに有し、

前記送信電力計算部は、前記周波数配置追加部が追加した前記新たな周波数配置も含めて前記送信電力値を計算する、請求項 6 または 7 に記載の回線設計装置。

【請求項 9】

前記周波数配置追加部は、他の周波数配置に対して干渉を発生し得る周波数を避けて前記新たな周波数配置を追加する、請求項 8 に記載の回線設計装置。

【請求項 10】

コンピュータに、

通信周波数帯内で異なる周波数を割り当てて複数の周波数配置を発生する処理と、

前記複数の周波数配置において周波数配置間の相互変調に起因する干渉を与える周波数配置と該干渉を被る周波数配置との関係を有向グラフとして扱う処理と、

前記有向グラフでの閉路の有無を判定し、前記閉路が存在する場合にはいずれかの周波数配置を削除して該閉路を解消する処理と、

前記閉路が解消した前記有向グラフを各周波数配置をノードとする木構造として扱って、前記木構造において葉から根に向かう方向で前記干渉を伝播させながら各ノードに対応する周波数配置に対する送信電力値を計算する処理と、

を実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回線設計を行う方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば衛星通信において多元接続を実現するために、周波数分割多元接続 (FDMA ; Frequency-Division Multiple Access) の一方式である要求割当多元接続 (DAMA ; Demand Assigned Multiple Access) などが使用されている。FDMA では、通信周波数帯を複数の周波数帯域 (回線) に分割して回線を各無線局に割り当てる。DAMA では、回線制御局に対して要求することにより、要求を行った無線局への回線の割り当てが行われ

10

20

30

40

50

る。

ところで衛星通信を実施する場合には、規定のC/N₀（キャリア対ノイズ比）を満たして受信することができるように、割り当てられた周波数ごとに事前に送信電力を決定する必要がある。この事前に送信電力を決定することを回線設計と呼ぶ。衛星通信においては、その通信波の信号の相互間で相互変調が発生することが知られており、相互変調の発生を考慮した回線設計方法あるいは回線設計アルゴリズムの開発が必要となっている。相互変調が発生する条件下においては、ある通信波の信号電力を大きくすると、そのことに関連して他の通信波における干渉が大きくなる。いずれかの通信波における干渉が大きくなればそれがさらに他の通信波における干渉の増大をもたらす。このようにして干渉の連鎖が発生するが、場合によっては干渉の連鎖が循環することがある。干渉の循環連鎖が発生したときには全体の整合を取るためには複雑な計算が必要となり、計算時間が多大なものとなる。場合によっては計算が終了しなくなることもある。相互変調による干渉の循環連鎖は、衛星通信の場合だけではなく、通信周波数帯内において異なる周波数を割り当てて複数の周波数配置を設定する場合に一般的に起こり得ることである。

10

【0003】

衛星通信における回線設計に関連するものとして特許文献1は、他の無線回線からの干渉の影響を考慮した上で、同時に使用できる回線の数を求めることができる方法を開示している。特許文献2は、所定数の周波数帯域（回線）を通信周波数帯内に配置して各回線での干渉値を求め、次にいずれかの回線が存在しないのとして各回線での干渉値を求め、これらの結果からDAMAにより回線を割り当てるときの割り当て順を決めることを開示している。これらの技術は回線設計に関連はしているが、これらの技術だけでは事前に送信電力を決定する回線設計を行うことはできない。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-119982号公報

【特許文献2】特開2014-239328号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

回線設計では、回線間での相互変調による干渉の循環連鎖が生じると、全体の整合を取るために複雑な計算が必要となって計算時間が長くなり、場合によっては計算が終了しないこともある。

30

本発明の目的は、相互変調による干渉が起こり得る場合に、複雑な計算を不要として計算時間を短縮でき、計算が確実に終了する回線設計方法と、この回線設計方法を実行する回線設計装置とを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の回線設計方法は、通信周波数帯内で異なる周波数を割り当てて複数の周波数配置を発生することと、複数の周波数配置において干渉を与える周波数配置と干渉を被る周波数配置との関係を有向グラフとして表現することと、有向グラフでの閉路の有無を判定し、閉路が存在する場合にはいずれかの周波数配置を削除して閉路を解消することと、閉路が解消した有向グラフを、各周波数配置をノードとする木構造として扱って、有向グラフの葉から根に向かう方向で干渉を伝播させながら各ノードに対応する周波数配置に対する送信電力値を計算することと、を有する。

40

本発明の回線設計装置は、通信周波数帯内で異なる周波数を割り当てて複数の周波数配置を発生する周波数配置発生部と、周波数配置発生部が発生した複数の周波数配置において周波数配置間の相互変調に起因する干渉を与える周波数配置と干渉を被る周波数配置との関係である干渉関係を求めて干渉関係を有向グラフとして表現する干渉関係決定部と、有向グラフに閉路が存在するかどうかを判定し、閉路が存在する場合には、周波数配置発

50

生部が発生した複数の周波数配置のうちのいずれかを削除して閉路を解消する閉路判定部と、閉路が解消された後の有向グラフを各周波数配置をノードとする木構造として扱って、木構造において葉から根に向かう方向で干渉を伝播させながら各ノードに対応する周波数配置に対する送信電力値を計算する送信電力計算部と、を有する。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、相互変調による干渉が起こり得る場合であって、回線設計に複雑な計算を不必要とするとともに、回線設計の計算が確実に終了するようになる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】第1の実施形態の回線設計装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す回線設計装置の動作を示すフローチャートである。

【図3】第2の実施形態の回線設計装置の構成を示すブロック図である。

【図4】図3に示す回線設計装置の動作を示すフローチャートである。

【図5】図3に示す回線設計装置を用いた回線設計の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

次に本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

(第1の実施形態)

図1は第1の実施形態の回線設計装置の構成を示すブロック図である。この回線設計装置は、最も基本的な構成のものであって、周波数配置発生部21、干渉関係決定部22、閉路判定部23及び送信電力計算部24を備えている。周波数配置発生部21は、通信周波数帯内で異なる周波数を割り当てて複数の周波数配置を発生する。干渉関係決定部22は、周波数配置発生部21が発生した複数の周波数配置において周波数配置間の相互変調に起因する干渉を与える周波数配置とその干渉を被る周波数配置との関係である干渉関係を求め、この干渉関係を有向グラフとして表現する。閉路判定部23は、干渉関係を表す有向グラフに閉路(ループ)が存在するかどうかを判定し、閉路が存在する場合には、周波数配置発生部21が発生した複数の周波数配置のうちのいずれかを削除して閉路を解消する。送信電力計算部24は、閉路が解消された後の有向グラフを各周波数配置をノードとする木構造として扱って、木構造において葉から根に向かう方向で干渉を伝播させながら各ノードに対応する周波数配置に対する送信電力値を計算する。送信電力計算部24が計算する干渉は相互変調に起因する干渉であるので、その干渉量と、干渉の存在下で必要となる送信電力値とを算出するアルゴリズムは、当業者には広く知られたものである。

【0010】

次に、図1に示した回線設計装置の動作について、図2のフローチャートを用いて説明する。まず、ステップ101において周波数配置発生部21が、通信周波数帯内で異なる周波数を割り当てて複数の周波数配置を発生する。通信周波数帯において各周波数配置に対してどのように周波数を割り当てるかは任意のものとしてすることができる。例えば、通信周波数帯の周波数を所定の個数までランダムに選択して、それらの選択された周波数をそれぞれの周波数配置に対応させてもよい。あるいは、予め定めた規則に基づいて周波数をそれぞれの周波数配置に割り当てるようにしてもよい。発生させる周波数配置の数は、例えば、制御パラメータとして周波数配置発生部21に予め入力しておくことができる。

【0011】

ステップ101において周波数配置を発生させたら、次にステップ102において、干渉関係決定部22が、これらの周波数配置間の相互変調に起因する干渉を与える周波数配置とこの干渉を被る周波数配置との関係すなわち干渉関係を有向グラフとして表現する。相互変調が発生する系の非線形性と周波数配置とが与えられたときにこれらから干渉が発生する周波数を求める方法は当業者には周知であり、干渉関係決定部22は、この周知の方法に基づいて干渉関係を求めてその干渉関係を有向グラフとして表現する。このとき、有向グラフにおいて、周波数配置における干渉関係は、干渉を与える周波数配置から干渉

10

20

30

40

50

を被る周波数配置に向かう矢印（すなわち有向枝）として表現することができる。当然のことながら、各周波数配置はそれぞれ有向グラフにおけるノードとして扱われる。ここでいう有向グラフは、矢印を用いて図解的に表されたものに限定されるものではなく、数学でのグラフ理論において有向グラフの表現として認められているすべてのものが含まれる。例えば、集合間の写像に基づいて記述されるもの、例えば、関係式や関数式で表される関係で表されるものであってもよい。ここでは相互変調に起因する干渉を考えているので、ある周波数配置に対して干渉を及ぼす原因となる周波数配置は必ず2つ以上存在する。すなわち、図解表現での有向グラフにおいて、干渉を被っている周波数配置に対応するノードに対しては、そのノードに向かう矢印が2本以上存在する。実際には3つの異なる周波数配置からの干渉を考慮しなくてもよい場合がほとんどなので、干渉を被る1つの周波数配置に対し、その干渉を与える2つの周波数配置が存在すると考えてよい。

10

【0012】

本実施形態において有向グラフは干渉関係における干渉の連鎖を示すものであり、有向グラフにおける閉路は、干渉の連鎖が循環することを表す。回線設計の演算の複雑さを排除し、また最適値を求めるためには、干渉の循環連鎖を解消する必要がある。そこで、ステップ103において、閉路判定部23が、干渉関係を表す有向グラフに閉路（ループ）が存在するかどうかを判定する。有向グラフにおける閉路の判定方法としてはいくつかのものが知られているが、この中で、トポロジカルソートを用いる方法が、演算量が少ないなどの点で好ましい。閉路が存在しない場合には、ステップ105に移行する。閉路が存在する場合には、ステップ104において閉路判定部23は、閉路を構成するいずれかのノードすなわち周波数配置を削除することによってその閉路を解消し、その後、処理はステップ105に移行する。閉路内のどの周波数配置を削除するかは適宜に定めることができる。周波数配置を削除することは、その周波数配置を使用せず、送信電力も定めなことを意味する。

20

【0013】

グラフ理論によれば閉路が存在しないグラフは木構造であるから、閉路を削除された上述の有向グラフも木構造として扱うことができる。そこでステップ105では、送信電力計算部24が、閉路が解消した有向グラフを各周波数配置をノードとする木構造として扱って、木構造において葉から根に向かう方向で干渉を伝播させながら各ノードに対応する周波数配置に対する送信電力値を計算する。ここで木構造の葉の側から送信電力値を計算すなわち回線設計を行うのは、根側にあるノードは、葉側にあるノードでの回線設計結果の影響を受けるからである。葉側から根側に向けて、順次、回線設計を行い、最終的にすべてのノードすなわち周波数配置に対して回線設計を完了させる。以上説明したように本実施形態では、干渉の循環連鎖を防止して回線設計を実施する順番を定めることができるので、計算の複雑性を排除でき、計算時間の短縮を実現でき、計算の終了性を担保することができる。

30

【0014】

（第1の実施形態の応用例）

上述した第1の実施形態において、通信周波数帯は、例えば、衛星通信のために割り当てられた周波数帯域であり、複数の周波数配置は、FDMAにより衛星通信を実行する際に通信周波数帯内で使用される個々の周波数チャンネルである。通信周波数帯内で複数の周波数配置を発生させる場合には、その通信周波数帯内で衛星通信の設定されるチャンネルの数だけの周波数配置を発生させるようにすることができる。また、本実施形態は、衛星通信以外の用途において回線設計を行う際にも使用することができる。

40

【0015】

（第2の実施形態）

第1の実施形態では、有向グラフにおける閉路を解消するときに周波数配置を削除するため、当初発生させた周波数配置よりも回線設計が行われた周波数配置の方が数が少なくなることがある。これは、例えばFDMAにおいて所定数の周波数チャンネルを設けたいという要望には応えられないことになる。そこでこの第2の実施形態では、有向グラフにお

50

ける閉路の解消のために周波数配置を削除した場合であっても、回線設計が行われる周波数配置の数を減らさないようにする。図3は、第2の実施形態の回線設計装置の構成を示している。

図3に示される回線設計装置は、図1に示される回線設計装置に、さらに、閉路判定部23が削除した周波数配置と同数の周波数配置を新たな周波数配置として追加する周波数配置追加部25を設けたものである。本実施形態では、送信電力計算部24は、周波数配置追加部25が追加した新たな周波数配置も含めて送信電力値を計算する。

【0016】

次に本実施形態の回線設計装置の動作について、図4及び図5を用いて説明する。図4は、図3に示す回線設計装置の動作を示すフローチャートであり、図5は、本実施形態での回線設計の例を示す図である。図5において丸付き数字は、周波数配置に対応するノードを示している。

まず、第1の実施形態で説明したステップ101～103を実行する。ここではステップ101において、相互に異なる周波数であるという条件で、通信周波数帯内で6個の周波数配置1～6（図5の(A)で“[1]”～“[6]”で示す周波数配置）を任意に発生させている。図5の(A)において横軸は周波数である。ステップ102（図5における(B)）において干渉関係を有向グラフとして表現すると、例えば、図5の(C)に示す有向グラフが得られる。この有向グラフでは、周波数配置4 周波数配置2 周波数配置3 周波数配置4という閉路が生じている。

【0017】

ステップ103においては、閉路判定部23が、干渉関係を表す有向グラフに閉路（ループ）が存在するかどうかを判定するが、本実施形態では、閉路がある場合には、ステップ106において、閉路判定部23が、いずれか1つの周波数配置を削除して、その周波数配置に対応した閉路を解消する。有向グラフにおいて閉路が複数存在することがあり得るから、ステップ106の実行後は再びステップ103を実行し、さらなる閉路が存在するかを判定する。この処理は、図5において(D)～(F)により示されており、有向グラフに含まれる閉路のすべてが解消されるまで繰り返される。例えば、図5の(C)に示すように有向グラフに閉路が存在する場合に、この閉路を解消を目的として周波数配置1を削除したとすると、図5の(E)に示すような有向グラフが得られる。図5の(E)の有向グラフは閉路を含んでいない。

【0018】

ステップ103において閉路が存在しないと判定された場合には、処理はステップ107（図5においては(G)）に移行する。ステップ107では、周波数配置追加部25が、さきに閉路判定部23が削除した周波数配置（図5の(D)～(F)の処理で削除した周波数配置）と同数の周波数配置を、新たな周波数配置として、削除されなかった周波数配置に追加する。新たな周波数配置は、他の周波数配置に対して相互変調による干渉を与えるものであってはならない。そのような条件を満たす新たな周波数配置の周波数は、トライアンドエラーで決めてもよいし、他の周波数配置に対して干渉を発生し得る周波数を予め算出しておき、通信周波数帯内でそのような周波数を避けるようにして決めてもよい。図5に示す例では、既に周波数配置1を削除したが、周波数配置1の削除に対応して、図5の(H)に示すように、新たな周波数配置として周波数配置7が追加されている。

【0019】

ステップ107の実行後、第1の実施形態でのステップ105と同様に、ステップ108（図5の(I)）において、送信電力計算部24が、ステップ107で追加した新たな周波数配置も含め、各周波数配置をノードとする木構造として有向グラフを扱って、木構造において葉から根に向かう方向で干渉を伝播させながら各ノードに対応する周波数配置に対する送信電力値を計算する。図5の(J)は、干渉を葉から根に向かう方向で伝播させる計算の例を示している。その結果、図5の(K)に示すように、干渉の循環連鎖が解消された周波数配置とそれらの周波数配置ごとの送信電力が最終的に決定する。図5の(L)は、横軸を周波数とし、格子状のハッチング部の高さが送信電力を示すものとして、

10

20

30

40

50

このようにして決定された周波数配置と送信電力の例を示している。ここでは、6個の周波数配置2～7に対して送信電力が算出されており、これらの周波数配置2～7に対する回線設計が行われたことになる。

【0020】

上述した各実施形態の回線設計装置は、一例としてコンピュータによって構成することもできる。コンピュータとしては、一般的なパーソナルコンピュータあるいはワークステーションを用いることができる。コンピュータによって回線設計装置を構成する場合には、図2あるいは図4を用いて説明した処理をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラムをコンピュータに読み込ませて、そのコンピュータプログラムを実行させればよい。したがって本発明の範疇には、このようなコンピュータプログラムや、このコンピュータプログラムを格納した非一時的記録媒体も含まれる。

10

【0021】

上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載され得るが、以下には限られるものではない。

【0022】

[付記1] 通信周波数帯内で異なる周波数を割り当てて複数の周波数配置を発生することと、

前記複数の周波数配置において周波数配置間の相互変調に起因する干渉を与える周波数配置と該干渉を被る周波数配置との関係を有向グラフとして表現することと、

前記有向グラフでの閉路の有無を判定し、前記閉路が存在する場合にはいずれかの周波数配置を削除して該閉路を解消することと、

20

前記閉路が解消した前記有向グラフを各周波数配置をノードとする木構造として扱って、前記木構造において葉から根に向かう方向で前記干渉を伝播させながら各ノードに対応する周波数配置に対する送信電力値を計算することと、

を有する、回線設計方法。

【0023】

[付記2] 前記閉路を解消することを、前記有向グラフに含まれるすべての閉路が解消するまで繰り返す、付記1に記載の回線設計方法。

【0024】

[付記3] 前記閉路を解消するために削除した周波数配置と同数の周波数配置を新たな周波数配置として追加し、前記新たな周波数配置も含めて前記送信電力値を計算する、付記1または2に記載の回線設計方法。

30

【0025】

[付記4] 他の周波数配置に対して干渉を発生し得る周波数を避けて前記新たな周波数配置を追加する、付記3に記載の回線設計方法。

【0026】

[付記5] 前記有向グラフに対してトポロジカルソートを適用して前記閉路の有無を判定する、付記1乃至4のいずれか1項に記載の回線設計方法。

【0027】

[付記6] 前記複数の周波数配置は周波数分割多元接続において使用される周波数配置である、付記1乃至5のいずれか1項に記載の回線設計方法。

40

【0028】

[付記7] 通信周波数帯内で異なる周波数を割り当てて複数の周波数配置を発生する周波数配置発生部と、

前記周波数配置発生部が発生した複数の周波数配置において周波数配置間の相互変調に起因する干渉を与える周波数配置と該干渉を被る周波数配置との関係である干渉関係を求めて該干渉関係を有向グラフとして表現する干渉関係決定部と、

前記有向グラフに閉路が存在するかどうかを判定し、前記閉路が存在する場合には、前記周波数配置発生部が発生した複数の周波数配置のうちのいずれかを削除して前記閉路を解消する閉路判定部と、

50

前記閉路が解消された後の前記有向グラフを各周波数配置をノードとする木構造として扱って、前記木構造において葉から根に向かう方向で前記干渉を伝播させながら各ノードに対応する周波数配置に対する送信電力値を計算する送信電力計算部と、
を有する、回線設計装置。

【 0 0 2 9 】

[付記 8] 前記閉路判定部は、前記閉路を解消することを、前記有向グラフに含まれるすべての閉路が解消するまで繰り返す、付記 7 に記載の回線設計装置。

【 0 0 3 0 】

[付記 9] 前記閉路判定部が削除した周波数配置と同数の周波数配置を新たな周波数配置として追加する周波数配置追加部をさらに有し、

前記送信電力計算部は、前記周波数配置追加部が追加した前記新たな周波数配置も含めて前記送信電力値を計算する、付記 7 または 8 に記載の回線設計装置。

【 0 0 3 1 】

[付記 1 0] 前記周波数配置追加部は、他の周波数配置に対して干渉を発生し得る周波数を避けて前記新たな周波数配置を追加する、付記 9 に記載の回線設計装置。

【 0 0 3 2 】

[付記 1 1] 前記閉路判定部は、前記有向グラフに対してトポロジカルソートを適用して前記閉路の有無を判定する、付記 7 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載の回線設計装置。

【 0 0 3 3 】

[付記 1 2] コンピュータに、
通信周波数帯内で異なる周波数を割り当てて複数の周波数配置を発生する処理と、
前記複数の周波数配置において周波数配置間の相互変調に起因する干渉を与える周波数配置と該干渉を被る周波数配置との関係を有向グラフとして扱う処理と、
前記有向グラフでの閉路の有無を判定し、前記閉路が存在する場合にはいずれかの周波数配置を削除して該閉路を解消する処理と、

前記閉路が解消した前記有向グラフを各周波数配置をノードとする木構造として扱って、前記木構造において葉から根に向かう方向で前記干渉を伝播させながら各ノードに対応する周波数配置に対する送信電力値を計算する処理と、
を実行させるプログラム。

【 0 0 3 4 】

[付記 1 3] 前記コンピュータに、前記閉路を解消する処理を、前記有向グラフに含まれるすべての閉路が解消するまで繰り返し実行させる、付記 1 2 に記載のプログラム。

【 0 0 3 5 】

[付記 1 4] 前記コンピュータに、
前記閉路を解消するために削除した周波数配置と同数の周波数配置を新たな周波数配置として追加する処理を実行させ、

前記計算する処理において、前記新たな周波数配置も含めて前記送信電力値を計算させる、付記 1 2 または 1 3 に記載のプログラム。

【 0 0 3 6 】

[付記 1 5] 前記追加する処理において、前記コンピュータに、他の周波数配置に対して干渉を発生し得る周波数を避けて前記新たな周波数配置を追加させる、付記 1 4 に記載のプログラム。

【 0 0 3 7 】

[付記 1 6] 前記解消する処理において、前記コンピュータに、前記有向グラフに対してトポロジカルソートを適用して前記閉路の有無を判定させる、付記 1 2 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載のプログラム。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 8 】

2 1 周波数配置発生部

2 2 干渉関係決定部

10

20

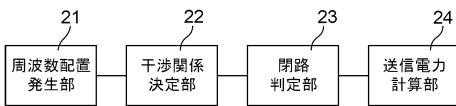
30

40

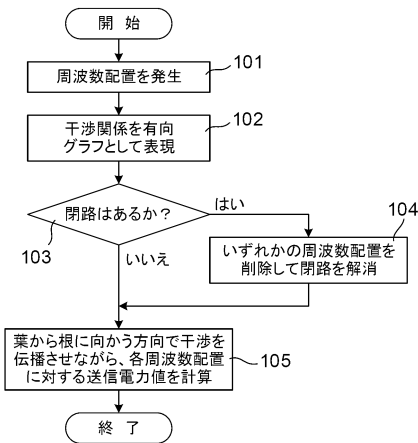
50

- 2 3 閉路判定部
- 2 4 送信電力計算部
- 2 5 周波数配置追加部
- 1 0 1 ~ 1 0 8 ステップ

【図 1】



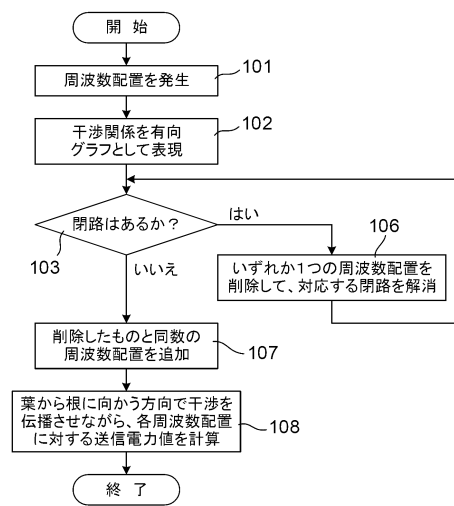
【図 2】



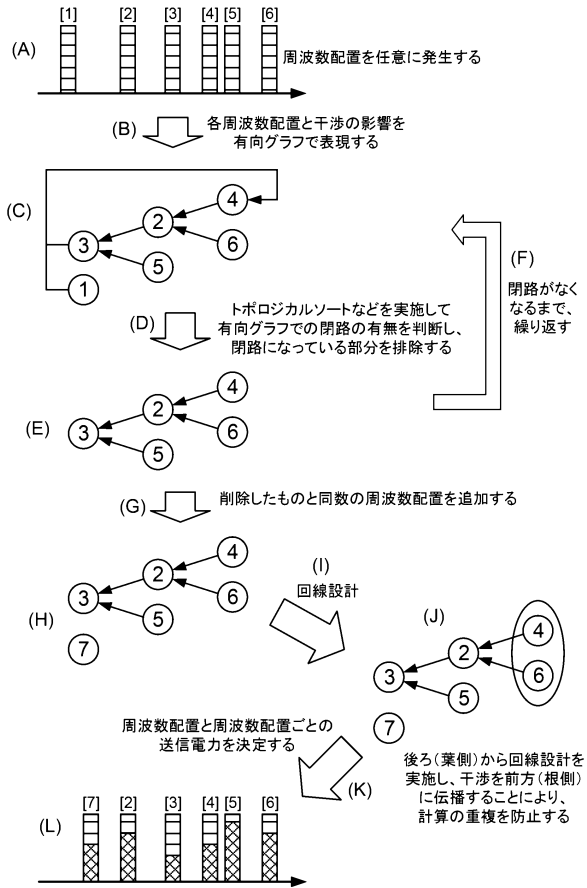
【図 3】



【図 4】



【 図 5 】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0087653 (US, A1)

特開2015-084502 (JP, A)

特開2010-154076 (JP, A)

特開2014-003435 (JP, A)

特開2013-218637 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26

H04W 4/00 - 99/00

H04J 1/04

3GPP TSG RAN WG1 - 4

SA WG1 - 4

CT WG1、4