

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2010年11月11日(11.11.2010)

PCT

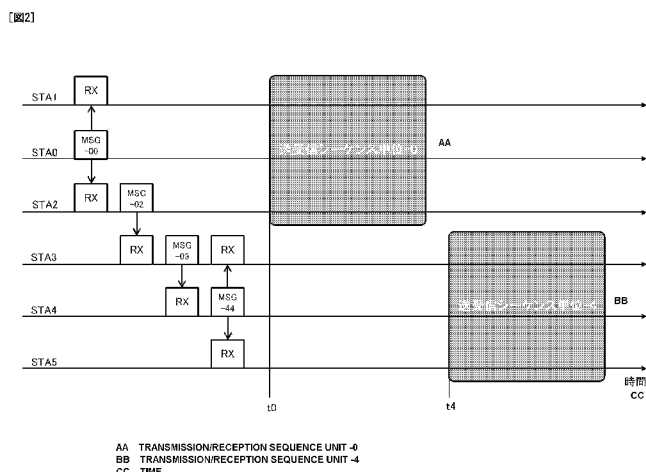
(10) 国際公開番号  
WO 2010/128623 A1

- (51) 国際特許分類:  
H04W 74/04 (2009.01) H04W 84/12 (2009.01)  
H04J 99/00 (2009.01) H04W 88/02 (2009.01)  
H04W 16/28 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/056921
- (22) 国際出願日: 2010年4月19日(19.04.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2009-113870 2009年5月8日(08.05.2009) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社(SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 迫田 和之(SAKODA, Kazuyuki) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 森岡 裕一(MORIOKA, Yuichi) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 山田 英治, 外(YAMADA, Eiji et al.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀三丁目25番9号 KSKビル西館8階 特許業務法人 大同特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, 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) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: COMMUNICATION SYSTEM, COMMUNICATION DEVICE, COMMUNICATION METHOD, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称: 通信システム、通信装置及び通信方法、並びにコンピューター・プログラム



(57) Abstract: Space division multiple access is suitably implemented while avoiding network-to-network interference. A communication station which exchanges time use information by transmission/reception sequence units between different networks or devices to which the communication station is not adjacent, and starts the transmission/reception sequence units on the basis of the information assigns the start time of the transmission/reception sequence units of the communication station to time zones which are not used by the adjacent networks or the adjacent devices. In consequence, even if the exclusive assignment of frequency channels is difficult, time division enables a plurality of radio networks or radio communication devices to use the channels, thereby implementing the efficient space division multiple access.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/128623 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

ネットワーク間干渉を回避しながら空間分割多元接続を好適に実現する。異なるネットワーク間や自分自身が隣接しない機器間での送受信シーケンス単位の時間利用情報を交換し、この情報に基づいて、送受信シーケンス単位を開始する通信局は自局の送受信シーケンス単位の開始時刻を隣接ネットワークや隣接機器で利用していない時間帯に配置する。結果として、周波数チャンネルの排他的な配置が困難な場合であっても時分割にて複数無線ネットワーク又は無線通信機器がチャンネルを利用でき、効率的な空間分割多元接続を実現することができる。

## 明 細 書

発明の名称：

通信システム、通信装置及び通信方法、並びにコンピューター・プログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、空間軸上の無線リソースを複数のユーザーで共有する空間分割多元接続 (Space Division Multiple Access : SDMA) を適用する通信システム、通信装置及び通信方法、並びにコンピューター・プログラムに係り、特に、ネットワーク間干渉を回避しながら空間分割多元接続を実現する通信システム、通信装置及び通信方法、並びにコンピューター・プログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 無線通信は、旧来の有線通信における配線作業の負担を解消し、さらには移動体通信を実現する技術として利用に供されている。例えば、無線 LAN (Local Area Network) に関する標準的な規格として、IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11 を挙げることができる。IEEE 802.11 a/g は既に広く普及している。

[0003] IEEE 802.11 を始めして多くの無線 LAN システムでは、CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance : 搬送波感知多重アクセス) などのキャリアセンスに基づくアクセス制御手順を採り入れて、各通信局はランダム・チャネル・アクセス時におけるキャリアの衝突を回避するようにしている。また、無線通信における隠れ端末問題を解決する方法論として、「仮想キャリアセンス」を挙げることができる。仮想キャリアセンスを利用した信号送受信シーケンスの代表例は、RTS/CTS ハンドシェイクである。

[0004] 図10には、IEEE802.11システムにおいてRTS/CTSハンドシェイクで利用される主要なフレームのフォーマットを示している。図示のようにIEEE802.11a/b/gのフレームはいずれも、物理ヘッダーに相当するPLCP (Physical Layer Convergence Protocol) プリアンブル及びPLCPヘッダーと、MAC (Media Access Control) フレームに相当するPSDU (PHY Service Data Unit) フィールドで構成される。また、図11A~図11Cには、IEEE802.11で定義されている、RTS、CTS/ACK、DATAの各フレームのPSDUのフォーマットを示している。

[0005] PSDUの先頭には、フレーム・コントロール (Frame Control) フィールドとデュレーション (Duration) フィールドが共通に定義されている。フレーム・コントロールは、さらに細分化されたフォーマットを有するものであり、例えば、当該フレームの種別やプロトコルのバージョン、再送の有無、データの経路情報といった各種情報が記述される。デュレーションには、NAV (Network Allocation Vector) と称されるカウンタ値が設定される。カウンタ値は、例えば後続のACKフレームの送信完了時刻を指すものとする。当該フレームの宛て先でないフレーム受信局は、デュレーションに記述された情報に基づいてNAVのカウンタ値を設定して、通信シーケンス単位にわたり送信動作を控えるようになる。

[0006] 図11Aに示すように、RTSフレームには、Durationに続いて、宛て先を示すReceiver Address (RA) と、送信元を示すTransmitter Address (TA) が記載される。また、図11Bに示すように、CTSフレーム並びにACKフレームでは、Durationの後に続くReceiver Address (RA) に、それぞれRTS、DATAフレームの送信元のアドレス (TA) がコピーされる。また、図11Cに示すように、DATAフレームには、Duration

に続いて、複数のアドレス・フィールド  $Addr 1 \sim 4$  が含まれ、送信元や宛先通信局他の特定を行なうために用いられる。また、アドレス・フィールドに続く  $Frame Body$  には、上位レイヤに提供する正味の情報が格納される。いずれのフレームも、最後尾に、32ビットのCRC (Cyclic Redundancy Check) からなるFCS (Frame Check Sequence) が付加される。例えばフレームを受信した宛て先局では、FCSを再計算して、送られてきたFCS一致するか否かをチェックする。一致しなかった場合には、そのフレームは破壊されたものとして廃棄することにより、正しいMACフレームのみを認識し、処理を行なうことになる。

- [0007] RTS/CTSの通信シーケンス例を、図12を参照しながら説明する。同図では、4台の通信局STA2、STA0、STA1、STA3が存在しており、隣り合う通信局同士のみが電波の到達範囲に位置し、STA3がSTA0にとっての隠れ端末となり、STA2がSTA1にとっての隠れ端末となる通信環境下で、STA0がRTS/CTSハンドシェイクを用いてSTA1宛てに情報を送信したい状況を想定している。
- [0008] STA0は、時刻T0において送信要求が発生すると、所定のフレーム間隔DIFS (Distributed Inter Frame Space) だけメディア状態を監視し、この間に送信信号が存在しなければ、ランダム・バックオフ (Backoff) を行ない、さらにこの間にも送信信号が存在しない場合に、排他的なチャネルの利用送信権 (Transmission Opportunity: TXOP) を得て、時刻T1にSTA1宛てのRTSフレームを送信する。ここで、RTSフレームのFrame Controlフィールドには当該フレームがRTSであることを示す情報が記載され、Durationフィールドには当該フレームに関連する送受信トランザクションが終了するまでの時間 (すなわち時刻T8までの時間) を示す情報が記載され、RAフィールドには宛先であるSTA1のアドレスが記載され、TAフィールドにはSTA0自身のアドレスが記載されている

- 。
- [0009] このRTSフレームはSTA0の隣接局であるSTA2でも受信される。STA2は、Frame Controlフィールドから当該フレームがRTSフレームであることを認識するとともに、RAフィールドから自局宛てでないことを認識すると、仮想キャリアセンス、すなわち、当該送受信トランザクションが終了する時刻T8まではメディアが占有されていることを認識し、物理キャリアセンスを行なうことなく送信不許可状態となる。この送信不許可状態となる作業は、Durationフィールドに記載された情報に基づいてNAVのカウンター値を設定し、当該カウンター値が消滅するまでは送信動作を控えることによって実現され、「NAVを立てる」とも呼ぶ。
- 。
- [0010] 一方、STA1は、RAに自局のアドレスが記載されたRTSフレームを受信すると、TAにアドレスが記載された隣接局STA0が自局宛てに情報を送信したい旨を認識することができる。そして、STA1は、このRTSフレームを受信終了した時刻T2から所定のフレーム間隔SIFS (Short IFS) が経過した時刻T3で、CTSフレームを返送する。このCTSフィールド内のPSDUのFrame Controlフィールドには当該フレームがCTSフレームである旨が記載され、Durationフィールドには当該フレームに関連する送受信トランザクションが終了するまでの時間（すなわち時刻T8までの時間）を示す情報が記載され、RAフィールドにはRTSフレームのTAフィールドに記載された送信元（STA0）のアドレスがコピーされている。
- [0011] このCTSフレームはSTA1の隣接局であるSTA3でも受信され、STA3は、Frame Controlフィールドから当該フレームがCTSフレームであることを認識するとともに、RAフィールドから自局宛てでないことを認識すると、仮想キャリアセンス、すなわち、当該送受信トランザクションが終了する時刻T8まではメディアが占有されていることを認識し、物理キャリアセンスを行なうことなく送信不許可状態となる。

- [0012] 一方、STA 0は、RAに自局のアドレスが記載されたCTSフレームを受信すると、STA 1が自局からの送信開始要求を確認したことを認識することができる。そして、STA 0は、このCTSフレームを受信終了した時刻T 4から所定のフレーム間隔SIFSが経過した時刻T 5で、DATAフレームを送信開始する。
- [0013] DATAフレーム送信が時刻T 6で終了し、STA 1が当該フレームを誤りなく復号することができた場合には、所定のフレーム間隔SIFSにおいて時刻T 7でACKフレームを返送する。そして、STA 0がこのACKフレームを受信終了する時刻T 8で、1パケットの送受信トランザクションが終了する。
- [0014] 時刻T 8になると、各隠れ端末STA 2並びにSTA 3は、NAVを下ろして、通常の送受信状態へと復帰する。
- [0015] RTS/CTSハンドシェイクによれば、RTS又はCTSの少なくとも一方を受信できた周辺局STA 2、STA 3は送信不可能状態に移行する。この結果、STA 0及びSTA 1は、周辺局からの突然の送信信号により妨害されることなく、STA 0からSTA 1への情報送信、並びにSTA 1からのACKの返送を行なうことができる。すなわち、CSMA/CA制御手順にRTS/CTSハンドシェイクを併用することにより、過負荷状態における衝突のオーバーヘッドの削減が図られることがある。
- [0016] 従来の無線LANシステムでは、CSMA/CA制御手順は、ネットワーク内干渉だけでなく、ネットワーク間干渉に関しても有効である。例えば図13に示すように、STA 0をアクセスポイントとしてこれと接続するSTA 1とSTA 2から構成されるネットワークと、STA 4をアクセスポイントとしてこれと接続するSTA 3とSTA 5から構成されるネットワークが隣接して存在する場合を想定する。IEEE 802.11では、上述したような仮想キャリアセンスのメカニズムにより、周辺局との間で不必要な衝突が発生しないよう制御が行なわれている。したがって、STA 2とSTA 3が互いに信号が到達する範囲内に存在していたとしても、NAVが設定され

ることにより、STA2はSTA0からの信号を受信している間にSTA3からの信号により干渉を受けるといった状況を避けることができる。

[0017] ところで、IEEE802.11a/gの規格では、2.4GHz帯あるいは5GHz帯周波数において、直交周波数分割多重（Orthogonal Frequency Division Multiplexing：OFDM）を利用して、最大（物理層データレート）で54Mbpsの通信速度を達成する変調方式をサポートしている。また、その拡張規格であるIEEE802.11nでは、MIMO（Multi-Input Multi-Output）通信方式を採用して、100Mbps超の高スループット（High Throughput：HT）を実現している。ここで、MIMOとは、送信機側と受信機側の双方において複数のアンテナ素子を備え、空間多重したストリームを実現する通信方式である（周知）。

[0018] 例えば、MIMO通信機のアンテナ本数を増やして空間多重するストリーム数が増加することによって、下位互換性を保ちながら、1対1の通信におけるスループットを向上させることができる。将来は、通信におけるユーザー当たりのスループットに加え、複数ユーザー全体でのスループットを向上させることが要求されている。

[0019] IEEE802.11ac作業部会では、6GHz以下の周波数帯を使い、データ伝送速度が1Gbpsを超える無線LAN規格の策定を目指しているが、その実現には、マルチユーザーMIMO（MU-MIMO）若しくはSDMA（Space Division Multiple Access）のように、空間軸上の無線リソースを複数のユーザーで共有する空間分割多元接続方式が有力である。

[0020] 空間分割多元接続システムでは、複数のアンテナ素子の送信／受信信号にウェイト値を乗算して信号処理を行なうことにより、同時に受信した複数ユーザーの信号を空間分離することが可能であり、同様のウェイト値を乗算して送信することにより、複数ユーザーに向けて複数の信号を同時に配布することが可能となる。

- [0021] 新規の無線LAN規格で空間分割多元接続の運用を開始する際には、当該新規規格の通信機が従来規格の通信機と混在する通信環境下で動作する必要があることから、従来規格との下位互換性を十分に考慮する必要がある。従来からのIEEE 802.11規格では、CSMA/CA、RTS/CTSといったキャリアセンスのメカニズムが導入されている。したがって、IEEE 802.11acなどの新規規格においては、キャリアセンスと空間分割多元接続を好適に組み合わせる必要がある。
- [0022] 例えば、従来からのIEEE 802.11規格とは下位互換性を保つフレーム・フォーマットからなるRTS、CTS、ACKフレームを用いて、従来からのIEEE 802.11規格におけるキャリアセンスとアダプティブ・アレイ・アンテナによる空間分割多元接続という2つの技術を組み合わせた通信システムについて提案がなされている（例えば、特許文献1を参照のこと）。
- [0023] 図14には、空間分割多元接続システムにおいて、RTS/CTSハンドシェイクを利用した送受信シーケンス例を示している。図示の例では、3台の通信局STA0、STA1、STA2が存在し、STA0がSTA1及びSTA2に対して同時にデータを送信することを想定している。
- [0024] STA0は、事前に物理キャリアセンスを行なってメディアがクリアであることを確認し、さらにバックオフを行なった後に、STA1並びにSTA2に対してこれから空間分割多元接続にて情報を送信する旨を示すRTSフレームを送信する。但し、ここで用いられるRTSフレームのフォーマットは、必ずしも図11Aに示したものではない。また、RTSとは異なる呼称が標準規格で定められる場合もある。
- [0025] STA1並びにSTA2は、RTSフレームを受信したことに応答して、情報を受信できる状態であることを示すために、各CTSフレーム（CTS-1、CTS-2）を同時に送信する。但し、ここで用いられるCTSフレームは、必ずしも図11Bに示したものではなく、STA0が両信号を分離できるようなフォーマットになっていることを想定する。また、CTSとは異

なる呼称が標準規格で定められる場合もある。

- [0026] STA 0は、受信したCTS-1とCTS-2の受信信号を基に、これらの信号を空間分離するために必要な各アンテナ素子におけるウエイト値を算出し（すなわち、アンテナ係数の学習を行ない）、両信号を分離して受信する。さらに、STA 0は、このウエイト値を利用して、STA 1とSTA 2に同時にDATAフレーム（DATA-1、DATA-2）を送信する。DATA-1及びDATA-2は、互いに宛先において干渉が発生しないようアンテナのウエイト係数が考慮されて送信される信号で伝送されるフレームであり、STA 1はDATA-1を、STA 2はDATA-2をそれぞれ受信することができる。
- [0027] STA 1並びにSTA 2はそれぞれDATAフレームを受信終了すると、ACKフレーム（ACK-1、ACK-2）を同時に返送する。そして、STA 0はこれらのACKフレームを受信することで、空間分割多元接続を用いた複数局へのデータ送信シーケンスを終了する。
- [0028] なお、図14ではRTS/CTSハンドシェイクを利用して情報送信を行なうシーケンス例を示したが、空間分割多元接続による同時データ配送は、これ以外のフレーム交換シーケンスを適用することができる。但し、いずれの通信シーケンスを用いるかは本発明の要旨に直接関連しないので、本明細書ではこれ以上説明しない。
- [0029] 従来の無線LANシステムでは、CSMA/CA制御手順によってネットワーク間干渉を回避できることは上述した通りである。1対1の通信では、通信局の帯域を確保するための時間管理は比較的緩やかで済む。これに対し、空間分割多元接続を適用したシステムでは、多重するすべての通信局について帯域を確保する必要があり、時間管理はより厳格性が要求される。
- [0030] 以下では、空間分割多元接続システムにおけるネットワーク間干渉の問題について、詳細に考察する。
- [0031] 図14に示した送受信シーケンスを想定すると、STA 0は複数の通信相手STA 1、STA 2に対して同時にデータを送信する必要が生じる。すな

わち、STA 0は、複数のDATAフレーム（DATA-1、DATA-2）を送信開始するタイミングにおいて、宛て先であるSTA 1とSTA 2の両方とも送受信ができる状態を確保する必要がある。

[0032] 例えば、図13に示したような複数のネットワークがオーバーラップする通信局配置を想定した場合、図15に示すように、STA 0の送信シーケンスとSTA 4の送信シーケンスが時間的に重なり、STA 2とSTA 3の間で干渉が発生するような状況が想定される。このとき、STA 2がSTA 3からのCTSフレームを受信することによりNAVを立てているようなケースでは、STA 2はSTA 0から自局宛てのRTSフレームに応答することができない。この結果、STA 0からのSTA 2への情報送信が行なわれず、無駄が発生してしまう。逆に、STA 2がSTA 3からのCTSフレームを受信したもののNAVが設定されないようなケースを想定すると、STA 2からの送信信号がSTA 3でのデータ受信を干渉してしまい、同様に無駄が発生してしまうことになる。

[0033] したがって、図13に示したように無線ネットワークの一部が電波の到達範囲に置かれ干渉し合うような通信局は位置において、空間分割多元接続システムを効率よく運営したい場合には、例えば図16に示すように、ネットワーク毎の送受信シーケンス単位を時間的に重ならないように配置できることが好ましい。

[0034] また、図17には、複数のネットワークがオーバーラップする他の通信局配置例を示している。図示の例では、アクセスポイントであるSTA 0とこれに接続する端末局（クライアント・デバイス）としてのSTA 1とSTA 2が存在しているネットワークと、アクセスポイントであるSTA 4とこれに接続するSTA 3とSTA 5が存在しているネットワークがあり、STA 1がSTA 4と電波の到達範囲内にある。このように、アクセスポイントSTA 4が他ネットワークに接続する端末局STA 1と干渉範囲内にいる場合も、上記と同様の問題が発生し、無線ネットワークの利用効率が著しく悪化してしまう。

- [0035] このように、無線LAN機器などのように無線ネットワーク間で利用する周波数チャネルの排他的な配置が困難な事情がありながら空間分割多元接続を行ないたい場合には、無線ネットワーク間、あるいは機器間で送信シーケンスが時間的に重ならないように制御することが好ましい。
- [0036] 例えば、パイロット信号を受信することにより周辺ネットワークの存在を検出するシステムについて提案がなされている（例えば、特許文献2を参照のこと）。しかしながら、一般的な無線LANシステムではパイロット信号は存在せず、通常のフレームが送受信されるだけでありこの技術の利用は難しい。また、無線ネットワークは、周辺に対して積極的に自身の信号がどの時刻で送受信されるかを報知していない。このため、あらかじめネットワーク間で信号が重ならないように配置することができない。
- [0037] また、ネットワーク間干渉の問題が顕著になってから解決のアクションをとる無線通信システムについて提案がなされている（例えば、特許文献3を参照のこと）。しかしながら、そもそも問題が発生しないようにネットワークを制御することが望ましい。
- [0038] また、特許文献2、3のいずれに開示されたシステムも、空間分割多元接続を想定していない。空間分割多元接続システムでは、通常の無線LANシステムにおいてCSMA/CAシステム手順を実施する場合と比べるとネットワーク間干渉の問題が顕著に現れてしまう。このため、ネットワーク間干渉の問題をより早期に発見してコーディネーションする方法論が必要である、と本発明者らは思料する。

### 先行技術文献

### 特許文献

- [0039] 特許文献1：特開2004-328570号公報  
特許文献2：特表2007-510384号公報  
特許文献3：特開2005-287008号公報

### 発明の開示

## 発明が解決しようとする課題

[0040] 本発明の目的は、空間軸上の無線リソースを複数のユーザーで共有する空間分割多元接続を適用して好適に通信動作を行なうことができる、優れた通信システム、通信装置及び通信方法、並びにコンピューター・プログラムを提供することにある。

[0041] 本発明のさらなる目的は、ネットワーク間干渉を回避しながら空間分割多元接続を好適に実現することができる、優れた通信システム、通信装置及び通信方法、並びにコンピューター・プログラムを提供することにある。

## 課題を解決するための手段

[0042] 本願は、上記課題を参酌してなされたものであり、請求項 1 に記載の発明は、アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なう通信局を含む複数の通信局からなる通信システムであって、

基地局と 1 以上の端末局の間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、前記基地局は自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記 1 以上の端末局に通知する第 1 のフレームを送信し、前記 1 以上の端末局は前記第 1 のフレームを受信したことに応じて前記送受信シーケンス単位に関する時刻情報を周辺局に通知するための第 2 のフレームを送信する、  
通信システムである。

[0043] 但し、ここで言う「システム」とは、複数の装置（又は特定の機能を実現する機能モジュール）が論理的に集合した物のことを言い、各装置や機能モジュールが単一の筐体内にあるか否かは特に問わない（以下、同様）。

[0044] 本願の請求項 2 に記載の発明によれば、請求項 1 に係る通信システムにおいて、端末局は、前記第 2 のフレームをいずれかの周辺局から受信したことに応じて、当該周辺局のネットワークで予定されている第 2 の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記基地局に通知する第 3 のフレームを送信するように構成されている。

- [0045] 本願の請求項 3 に記載の発明によれば、請求項 2 に係る通信システムにおいて、基地局は、受信した前記第 3 のフレームを解読して得られる前記第 2 の送受信シーケンス単位に関する時刻情報に基づいて、前記第 2 の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整するように構成されている。
- [0046] 本願の請求項 4 に記載の発明によれば、請求項 2 に係る通信システムにおいて、第 1 のフレーム、第 2 のフレーム、第 3 のフレームは、マネジメント・フレームとして送信される。
- [0047] 本願の請求項 5 に記載の発明によれば、請求項 2 に係る通信システムにおいて、第 1 のフレーム、第 2 のフレーム、第 3 のフレームは、ブロードキャスト・アドレス宛てに送信される。
- [0048] 本願の請求項 6 に記載の発明によれば、請求項 1 に係る通信システムにおいて、第 2 のフレームは、前記端末局から前記基地局宛てのフレームとして送信される。
- [0049] また、本願の請求項 7 に記載の発明は、  
アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なうことが可能な通信部と、  
前記通信部による通信動作を制御する制御部と、  
を備え、  
前記制御部は、基地局として動作して、1 以上の端末局との間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記 1 以上の端末局に通知する第 1 のフレームを送信させ、前記 1 以上の端末局のうち少なくとも 1 つから周辺局のネットワークで予定されている第 2 の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を通知する第 3 のフレームを受信したことに応じて、前記第 2 の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整する、

通信装置である。

[0050] また、本願の請求項 8 に記載の発明は、アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なうための通信方法であって、基地局として動作して、1 以上の端末局との間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、

自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記 1 以上の端末局に通知する第 1 のフレームを送信するステップと、

前記 1 以上の端末局のうち少なくとも 1 つから周辺局のネットワークで予定されている第 2 の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を通知する第 3 のフレームを受信するステップと、

受信した前記第 3 のフレームを解読して得られる前記第 2 の送受信シーケンス単位に関する時刻情報に基づいて、前記第 2 の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整するステップと、

を有する通信方法である。

[0051] また、本願の請求項 9 に記載の発明は、通信装置がフレームを送信するための処理をコンピューター上で実行するようにコンピューター可読形式で記述されたコンピューター・プログラムであって、前記コンピューターを、

アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なうことが可能な通信部、

前記通信部による通信動作を制御する制御部、  
として機能させ、

前記制御部は、基地局として動作して、1 以上の端末局との間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記 1 以上の端末局に通知する第 1 のフレームを送信させ、前記 1 以上の端末局のうち少なくとも 1

つから周辺局のネットワークで予定されている第2の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を通知する第3のフレームを受信したことに応じて、前記第2の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整する、  
コンピューター・プログラムである。

[0052] 本願の請求項9に係るコンピューター・プログラムは、コンピューター上で所定の処理を実現するようにコンピューター可読形式で記述されたコンピューター・プログラムを定義したものである。換言すれば、本願の請求項9に係るコンピューター・プログラムをコンピューターにインストールすることによって、コンピューター上では協働的作用が発揮され、ネットワーク内で基地局として動作して、本願の請求項1に係る通信システムと同様の作用効果を得ることができる。

[0053] また、本願の請求項10に記載の発明は、アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なう通信局を含む複数の通信局からなる通信システムであって、

複数の通信局間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、情報送信元の通信局は自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を情報送信先となる1以上の通信局に通知する第1のフレームを送信し、前記情報送信先となる1以上の通信局は前記第1のフレームを受信したことに応じて前記送受信シーケンス単位に関する時刻情報を周辺局に通知するための第2のフレームをそれぞれ送信する、  
通信システムである。

[0054] また、本願の請求項11に記載の発明は、請求項10に係る通信システムにおいて、情報送信先となる1以上の通信局は、前記第2のフレームをいずれかの周辺局から受信したことに応じて、当該周辺局のネットワークで予定されている第2の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記情報送信元の通信局に通知する第3のフレームを送信するように構成されている。

- [0055] また、本願の請求項 1 2 に記載の発明は、請求項 1 1 に係る通信システムにおいて、情報送信元の通信局は、受信した前記第 3 のフレームを解読して得られる前記第 2 の送受信シーケンス単位に関する時刻情報に基づいて、前記第 2 の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整するように構成されている。
- [0056] また、本願の請求項 1 3 に記載の発明は、請求項 1 1 に係る通信システムにおいて、第 1 のフレーム、第 2 のフレーム、第 3 のフレームは、マネジメント・フレームとして送信される。
- [0057] また、本願の請求項 1 4 に記載の発明は、請求項 1 1 に係る通信システムにおいて、第 1 のフレーム、第 2 のフレーム、第 3 のフレームは、ビーコン・フレーム又はプローブ・レスポンス・フレームとして送信される。
- [0058] また、本願の請求項 1 5 に記載の発明は、請求項 1 1 に係る通信システムにおいて、第 1 のフレーム、第 2 のフレーム、第 3 のフレームは、ブロードキャスト・アドレス宛てに送信される。
- [0059] また、本願の請求項 1 6 に記載の発明は、請求項 1 0 に係る通信システムにおいて、第 2 のフレームは、前記情報送信先の通信局から前記情報送信元の通信局宛てのフレームとして送信される。
- [0060] また、本願の請求項 1 7 に記載の発明は、  
アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なうことが可能な通信部と、  
前記通信部による通信動作を制御する制御部と、  
を備え、  
前記制御部は、情報送信元として、情報送信先となる 1 以上の通信局との間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記情報送信先となる 1 以上の通信局に通知する第 1 のフレームを送信させ、前記情報

送信先となる 1 以上の通信局のうち少なくとも 1 つから周辺局のネットワークで予定されている第 2 の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を通知する第 3 のフレームを受信したことに応じて、前記第 2 の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整する、  
通信装置である。

[0061] また、本願の請求項 18 に記載の発明は、アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なうための通信方法であって、情報送信元として、情報送信先となる 1 以上の通信局との間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、

自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記情報送信先となる 1 以上の通信局に通知する第 1 のフレームを送信するステップと、

前記情報送信先となる 1 以上の通信局のうち少なくとも 1 つから周辺局のネットワークで予定されている第 2 の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を通知する第 3 のフレームを受信するステップと、

受信した前記第 3 のフレームを解読して得られる前記第 2 の送受信シーケンス単位に関する時刻情報に基づいて、前記第 2 の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整するステップと、  
を有する通信方法である。

[0062] また、本願の請求項 19 に記載の発明は、通信装置がフレームを送信するための処理をコンピューター上で実行するようにコンピューター可読形式で記述されたコンピューター・プログラムであって、前記コンピューターを、  
アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なうことが可能な通信部、  
前記通信部による通信動作を制御する制御部、

として機能させ、

前記制御部は、情報送信元として、情報送信先となる 1 以上の通信局との間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記情報送信先となる 1 以上の通信局に通知する第 1 のフレームを送信させ、前記情報送信先となる 1 以上の通信局のうち少なくとも 1 つから周辺局のネットワークで予定されている第 2 の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を通知する第 3 のフレームを受信したことに応じて、前記第 2 の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整する、  
コンピューター・プログラムである。

[0063] 本願の請求項 19 に係るコンピューター・プログラムは、コンピューター上で所定の処理を実現するようにコンピューター可読形式で記述されたコンピューター・プログラムを定義したものである。換言すれば、本願の請求項 19 に係るコンピューター・プログラムをコンピューターにインストールすることによって、コンピューター上では協働的作用が発揮され、ネットワーク内で情報送信元の通信局として動作して、本願の請求項 10 に係る通信システムと同様の作用効果を得ることができる。

### 発明の効果

[0064] 本発明によれば、空間軸上の無線リソースを複数のユーザーで共有する空間分割多元接続を適用して好適に通信動作を行なうことができる、優れた通信システム、通信装置及び通信方法、並びにコンピューター・プログラムを提供することができる。

[0065] また、本発明によれば、ネットワーク間干渉を回避しながら空間分割多元接続を好適に実現することができる、優れた通信システム、通信装置及び通信方法、並びにコンピューター・プログラムを提供することができる。

[0066] 本願の請求項 1、2、7 乃至 11、17 乃至 19 に記載の発明によれば、

異なるネットワーク間や自分自身が隣接しない機器間での送受信シーケンス単位の時間利用情報を交換することができる。

[0067] 本願の請求項 3、12 に記載の発明によれば、基地局は、周辺ネットワークにおける送受信シーケンス単位の時刻情報に基づいて、自ら送受信シーケンス単位を開始する通信局は自局の送受信シーケンス単位の開始時刻を隣接ネットワークや隣接機器で利用していない時間帯に配置する。結果として、周波数チャネルの排他的な配置が困難な場合であっても時分割にて複数無線ネットワーク又は無線通信機器がチャネルを利用でき、効率的な空間分割多元接続を実現することができる。

[0068] 本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施形態や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

### 図面の簡単な説明

[0069] [図1] 図 1 は、空間分割多元接続を実現する通信装置の構成例を示した図である。

[図2] 図 2 は、図 1 3 に示したネットワーク構成において、各ネットワークの送受信シーケンス単位が衝突しないようにするための通信シーケンス例を示した図である。

[図3] 図 3 は、「時刻情報」などの送受信シーケンス単位に関する情報を、アクセスポイントがビーコン・フレームを利用して伝達し、端末局がアクション・フレームを利用して伝達する場合の通信シーケンス例を示した図である。

[図4] 図 4 は、「時刻情報」などの送受信シーケンス単位に関する情報を一般的なフレーム内に含めて伝達する場合の通信シーケンス例を示した図である。

[図5] 図 5 は、送受信シーケンス単位に関する「時刻情報」を掲載する時刻情報エレメント TIME IE の構成例を示した図である。

[図6A] 図 6 A は、時刻情報エレメントが掲載された RTS フレームの PSDU のフォーマットを示した図である。

[図6B] 図6Bは、時刻情報エレメントが掲載されたCTS/ACKフレームのPSDUのフォーマットを示した図である。

[図6C] 図6Cは、時刻情報エレメントが掲載されたDATAフレームのPSDUのフォーマットを示した図である。

[図6D] 図6Dは、時刻情報エレメントが掲載されたアクション・フレームのPSDUのフォーマットを示した図である。

[図6E] 図6Eは、時刻情報エレメントが掲載されたビーコン又はプローブ・レスポンスの各フレームのPSDUのフォーマットを示した図である。

[図7] 図7は、1つのPSDUの中に複数のMPDUが格納されるAggregatedフレームの一部に時刻情報エレメントが掲載される構成例を示した図である。

[図8] 図8は、アドホックな通信環境下で各通信局が互いの送受信シーケンスが衝突しないように制御された通信シーケンス例を示した図である。

[図9] 図9は、図9には、所定のビーコン送信タイミング毎に送信されるビーコン・フレームを通じて送受信シーケンス単位の時刻情報を通知し合い、各通信局が自局の送受信シーケンス単位の時刻を逐次スケジュールする様子を示した図である。

[図10] 図10は、IEEE802.11システムにおいてRTS/CTSハンドシェイクで利用される主要なフレームのフォーマットを示した図である。

[図11A] 図11Aは、IEEE802.11で定義されているRTSフレームのPSDUのフォーマットを示した図である。

[図11B] 図11Bは、IEEE802.11で定義されている、CTS/ACKの各フレームのPSDUのフォーマットを示した図である。

[図11C] 図11Cは、IEEE802.11で定義されているDATAフレームのPSDUのフォーマットを示した図である。

[図12] 図12は、RTS/CTSの通信シーケンス例を説明するための図である。

[図13] 図13は、STA0をアクセスポイントとしてこれと接続するSTA1とSTA2から構成されるネットワークと、STA4をアクセスポイントとしてこれと接続するSTA3とSTA5から構成されるネットワークが隣接して存在する様子を示した図である。

[図14] 図14は、空間分割多元接続システムにおいて、RTS/CTSハンドシェイクを利用した送受信シーケンス例を示した図である。

[図15] 図15は、STA0の送信シーケンスとSTA4の送信シーケンスが時間的に重なり、STA1とSTA3の間で干渉が発生するような状況を示した図である。

[図16] 図16は、ネットワーク毎の送受信シーケンス単位を時間的に重ならないように配置した様子を示した図である。

[図17] 図17は、複数のネットワークがオーバーラップする他の通信局配置例を示した図である。

### 発明を実施するための形態

- [0070] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳細に説明する。
- [0071] 空間分割多元接続システムでは、複数のアンテナの送信/受信信号にウェイト値を乗算して信号処理を行なうことにより、同時に受信した複数ユーザーの信号を空間分離することが可能であり、同様のウェイト値を乗算して送信することにより、複数ユーザーに向けて複数の信号を同時に配布することが可能となる。
- [0072] 図1には、空間分割多元接続を実現する通信装置の構成例を示している。図示の通信装置は複数の送受信アンテナ11-0、11-1、…を搭載している。物理層プロセッサ12内では、各アンテナ11-0、11-1、…への入出力信号にウェイト値 $W_0$ 乃至 $W_3$ をそれぞれ乗算することで、信号処理部12は、1つの単独ストリームのハンドリングを行なうことができる。そして、このような物理層プロセッサ13からなる送受信系を平行に装備することで、空間分割多重が可能となり、通信装置は複数ストリームをハンドリングすることができる。

- [0073] これらパラレルに装備された物理層プロセッサ１３は、MAC層プロセッサ１４へと接続され、無線LANシステムに必要な信号処理が行なわれる。
- [0074] なお、空間分割多元接続システムにおいては、複数のMACインスタンスがパラレルに動作する場合もある。
- [0075] 図１に示した通信装置は、インフラストラクチャ・モード下で、アクセスポイント又は端末局のいずれとしても動作することができ、あるいはアドホック・モード下でも自律的に通信動作を行なうことができるものとする。
- [0076] ここで、図１３に示したように、複数の無線ネットワークがオーバーラップするような通信局配置を例にとって、通信局の動作について説明する。各通信局STA0～STA5は、図１に示した通信装置で構成することができる。
- [0077] 図１３において、STA0をアクセスポイントとしてこれと接続するSTA1とSTA2から構成されるネットワークと、STA4をアクセスポイントとしてこれと接続するSTA3とSTA5から構成されるネットワークが隣接して存在している。また、STA2とSTA3が互いの電波が到達する範囲内にあるが、STA0とSTA4は互いの電波を受信できないところに配置されている。
- [0078] STA0、STA1、STA2からなるネットワークでは、図１４に示したようなシーケンスを用いて通信が行なわれている。また、STA4、STA3、STA5からなるネットワークでも、図１４に示したようなシーケンスを用いて通信が行なわれている。
- [0079] 図２には、図１３に示したネットワーク構成において、各ネットワークの送受信シーケンス単位が衝突しないようにするための通信シーケンス例を示している。図示の通信シーケンスでは、異なるネットワーク間や自分自身が隣接しない機器間での送信シーケンスの時間利用情報を交換し、この情報に基づいて、送信シーケンスを開始する通信局は自局の送信シーケンス時刻を隣接ネットワークや隣接機器で利用していない時間帯に配置するようになっ

ている。

- [0080] まず、STA0は、自局が今後予定している送信シーケンスの開始時刻と送信シーケンスが継続する長さ、及び、送信シーケンスの発生間隔などの情報を含む「時刻情報」が含まれるメッセージ(MSG-00)を送信する。MSG-00には、時刻t0から図示の送受信シーケンス単位-0が予定されていることが記載されている。
- [0081] なお、各々の送受信シーケンス単位内では、図2では省略しているが、例えば図14に示したようなRTS/CTSハンドシェイクを利用して、アクセスポイントから複数の端末局への情報伝送が行なわれる。本明細書では、情報送信元と情報送信先の間で、アンテナ係数の学習と、学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう一連のシーケンスを、「送受信シーケンス単位」と定義する。
- [0082] STA1並びにSTA2は、メッセージMSG-00を受信すると、当該メッセージの送信元であるSTA0が今後どのタイミングで送受信シーケンス単位-0を予定しているかの情報を得ることができる。
- [0083] STA1とSTA2は、次回の送受信シーケンス単位-0の開始時刻t0まではフレーム送受信の必要がないと判断したときには、時刻t0まで省電力動作を行なうことも可能である。
- [0084] STA0から送信された「自局が予定している送信シーケンスの時刻情報」を含むメッセージMSG-00は、自局と通信する間柄にある通信局だけに宛てて送信される場合もあるが、オーバーラップする他ネットワークの通信局にも受信してほしい情報であることから、ブロードキャスト・アドレス宛てに送信され、他の論理ネットワークに属する通信局にも受信されるように送信されることが望ましい。
- [0085] STA1並びにSTA2は、STA0が予定している送受信シーケンス単位-0の時刻情報をさらに周辺局にも伝達するために、STA0がMSG-00で通達してきた時刻情報と同じ内容が含まれる時刻情報を送信する。図2中では、STA2が送信しているメッセージMSG-02がこれに相当す

る。他方、STA 1は、他の周辺局の存在を確認できないことから、MSG-00の周辺への転送は不要であると判断して、図示の例ではMSG-02と同等のメッセージを送信していない。但し、STA 1は、周辺局の状況に拘わらずMSG-02と同等のメッセージを送信するようにしてもよい。

[0086] なお、STA 2から送信される「通信相手が予定している送受信シーケンスの時刻情報」を含むメッセージMSG-02は、自局と通信する間柄にある通信局だけに宛てて送信される場合もあるが、オーバーラップする他ネットワークの通信局にも受信してほしい情報であることから、ブロードキャスト・アドレス宛てに送信され、他の論理ネットワークに属する通信局にも受信されるように送信されることが望ましい。

[0087] STA 3は、周辺局であるSTA 2が送信したメッセージMSG-02を受信すると、STA 2が今後どのタイミングで送受信シーケンス単位-0を行なうかを認識することができる。ここで、STA 3は、STA 2が利用する送受信シーケンス単位-0のタイミングと自局が利用する送受信シーケンス単位のタイミングが重なっているかどうかを判断する場合がある。STA 3は、両者が重なっていると判断した場合には、通信相手のアクセスポイントであるSTA 4に対して、STA 1から報知されたMSG-02の時刻情報を通知するために、図2中でメッセージMSG-03を送信する。STA 3は、上記のように送受信シーケンス単位のタイミングが重なっているかどうかを判断することなく、メッセージMSG-03をSTA 4に送信するようにしてもよい。

[0088] STA 4は、STA 3から受信したメッセージMSG-03の中身を解読することにより、STA 3がどの時刻で周辺局から干渉を受ける可能性があるかを把握することができる。そして、STA 4は、この情報に基づき、自局の送受信シーケンス単位-4の予定時刻を、送受信シーケンス単位-0と重ならないようにスケジュールする。図2に示す例では、STA 4は、時刻t4から、STA 3宛てを含む送受信シーケンス単位-4を配置するようにする。

- [0089] なお、本発明の要旨は、各論理ネットワークの送受信シーケンス単位が重なるか否かを判定するための特定の方法に限定されるものではない。送受信シーケンス単位の重なり判定のために、例えば、特許文献3で示されているような方法論を用いることができる。
- [0090] さらに、STA 4は、この送受信シーケンス単位-4のスケジュール情報を上記と同様の「時刻情報」として含むメッセージMSG-44を送信する。メッセージMSG-44には、時刻t4から当該送受信シーケンス単位-4が予定されていることが記載されている。STA 3並びにSTA 5は、メッセージMSG-44を受信しその中身を解読すると、STA 4が今後どのタイミングで送受信シーケンス単位-4を予定しているかの情報を得る。
- [0091] なお、STA 4から送信された「自局が予定している送信シーケンスの時刻情報」を含むメッセージMSG-44は、自局と通信する間柄にある通信局だけに宛てて送信される場合もあるが。但し、オーバーラップする他ネットワークの通信局にも受信してほしい情報であることから、メッセージMSG-44はブロードキャスト・アドレス宛てに送信され、他の論理ネットワークに属する通信局にも受信されるように送信されることが望ましい。
- [0092] 図2に示したネットワーク衝突回避のための通信シーケンス例は、図13に示したように、アクセスポイントではない、端末局(STA 2、STA 3)同士が干渉する場合を想定したものである。これに対し、図17に示したように、端末局STA 1が、自局が接続する(若しくは、自局を収容する)アクセスポイントSTA 0以外のアクセスポイントSTA 4と直接干渉するという状況も存在し得る。
- [0093] 図17に示す例の場合、端末局STA 1の送信メッセージMSG-01が他のアクセスポイントSTA 4に直接伝達されることになる。そして、STA 4は、メッセージMSG-01の中身を解読することで、オーバーラップする無線ネットワークが利用する時間帯を認識することができるので、上述したように、自局の送受信シーケンス単位-4の予定時刻を、送受信シーケンス単位-0と重ならないようにスケジュールする。

[0094] 図2に示した通信シーケンス内で使用されるメッセージ（MSG-00など）は、「時刻情報」を単独で掲載するアクション・フレームとして送信されることができる。アクション・フレームは、通信局間で行動を起こすことを要求する、マネジメント・フレームの一種であり、IEEE 802.11にも定義されている。あるいは、「時刻情報」などの送受信シーケンス単位に関する情報を、ビーコン・フレームやプローブ・レスポンス・フレームなどのフレームの中に含ませて送信することもできる。ビーコン・フレームは、ネットワークの運営に必要な情報を報知するためのフレーム、プローブ・レスポンス・フレームは、端末局からネットワークの検出のために送信されるプローブ・リクエスト・フレームに対するアクセスポイントからの応答フレームである。ビーコン、プローブ・レスポンスのいずれも、一般的な制御情報を掲載するフレームとして、IEEE 802.11にも定義されている。また、さらにはその他一般のフレームの一部に含めて掲載することもできる。

[0095] 図3には、図13に示したネットワーク構成において、「時刻情報」などの送受信シーケンス単位に関する情報を、アクセスポイントがビーコン・フレームを利用して伝達し、端末局がアクション・フレームを利用して伝達する場合の通信シーケンス例を示している。

[0096] まず、STA0は、送受信シーケンス単位-0を予定すると、その「時刻情報」などの情報を掲載したビーコン・フレーム（MSG-00に相当）を、所定のビーコン送信タイミングで送信する。

[0097] STA1並びにSTA2は、STA0からのビーコン・フレームを受信すると、STA0が今後どのタイミングで送受信シーケンス単位-0を予定しているかの情報を得ることができる。

[0098] STA2は、STA0が予定している送受信シーケンス単位-0の時刻情報をさらに周辺局にも伝達するために、「時刻情報」などを掲載したアクション・フレーム（MSG-02に相当）を送信する。他方、STA1は、他の周辺局の存在を確認できないことから、周辺への転送は不要であると判断

して、図示の例ではアクション・フレームを送信していない。

[0099] STA 3は、周辺局であるSTA 2からアクション・フレームMSG-02を受信すると、STA 2が今後どのタイミングで送受信シーケンス単位-0を行なうかを認識することができる。ここで、STA 3は、STA 2が利用する送受信シーケンス単位-0のタイミングと自局が利用する送受信シーケンス単位のタイミングが重なっているかどうかを判断し、両者が重なっていると判断した場合には、通信相手のアクセスポイントであるSTA 4に対して、「時刻情報」などを通知するために、アクション・フレーム(MSG-03に相当)を送信する。あるいは、STA 3は、上記のように送受信シーケンス単位のタイミングが重なっているかどうかを判断することなく、アクション・フレームをSTA 4に送信するようにしてもよい。

[0100] STA 4は、STA 3から受信したアクション・フレームの中身を解読することにより、STA 3がどの時刻で周辺局から干渉を受ける可能性があるかを把握することができる。そして、STA 4は、この情報に基づき、自局の送受信シーケンス単位-4の予定時刻を、送受信シーケンス単位-0と重ならないようにスケジュールする。その後、STA 4は、その「時刻情報」などの情報を掲載したビーコン・フレーム(MSG-44に相当)を、所定のビーコン送信タイミングで送信する。

[0101] STA 3は、STA 4からのビーコン・フレームMSG-44を受信すると、STA 3が今後どのタイミングで送受信シーケンス単位-4を予定しているかの情報を得ることができる。そして、STA 3は、送受信シーケンス単位-4の時刻情報をさらに周辺局にも伝達するために、「時刻情報」などを掲載したアクション・フレーム(MSG-43)を送信する。

[0102] その後、アクセスポイントであるSTA 0並びにSTA 4は、それぞれのビーコン送信タイミングが到来する度に、MSG-00又はMSG-44に相当する情報を含んだビーコン・フレームの送信を、繰り返し行なう。

[0103] また、図4には、図13に示したネットワーク構成において、「時刻情報」などの送受信シーケンス単位に関する情報を一般的なフレーム内に含めて

伝達する場合の通信シーケンス例を示している。ここで言う、フレーム内に情報を含める方法には、マルチプレクスすることも含むものとする。また、図示の例では、RTS/CTSハンドシェイクを通じて「時刻情報」などの伝達が行なわれ、一般的なフレームとして、RTS、CTS、ACKなどの制御フレームが利用される。なお、ここでは説明の便宜上、RTSフレーム、CTSフレームと呼んでいるが、これらのフレームは異なる名称で呼ばれる場合もある。

[0104] STA0は、事前に物理キャリアセンスを行なってメディアがクリアであることを確認し、さらにバックオフを行なった後に、STA1並びにSTA2に対してこれから空間分割多元接続にて情報を送信する旨を示すRTSフレームを送信する。このとき、STA0は、予定した送受信シーケンス単位-0の「時刻情報」などの情報を、RTSフレーム内にマルチプレクスなどにより含める。

[0105] STA1並びにSTA2は、RTSフレームを受信したことに応答して、情報を受信できる状態であることを示すために、各CTSフレーム（CTS-1、CTS-2）を同時に送信する。このとき、STA1並びにSTA2は、STA0が予定している送受信シーケンス単位-0の時刻情報をさらに周辺局（STA0の隠れ端末）にも伝達するために、「時刻情報」などを各々のCTSフレームに含める。また、STA1並びにSTA2は、周辺局から取得した隣接ネットワークにおける送受信シーケンス単位の「時刻情報」もCTSフレームに含める。

[0106] STA0は、受信したCTS-1とCTS-2の受信信号を基に、これらの信号を空間分離するために必要な各アンテナ素子におけるウェイト値を算出し、両信号を分離して受信する。さらに、STA0は、このウェイト値を利用して、STA1とSTA2に同時にDATAフレーム（DATA-1、DATA-2）を送信する。このとき、STA0は、予定した送受信シーケンス単位-0の「時刻情報」などの情報を、各DATAフレーム（DATA-1、DATA-2）内に含める。

- [0107] DATA-1及びDATA-2は、互いに宛先において干渉が発生しないようアンテナのウエイト係数が考慮されて送信される信号で伝送されるフレームであり、STA1はDATA-1を、STA2はDATA-2をそれぞれ受信することができる。
- [0108] STA1並びにSTA2はそれぞれDATAフレームを受信終了すると、ACKフレーム(ACK-1、ACK-2)を同時に返送する。このとき、STA1並びにSTA2は、STAOが予定している送受信シーケンス単位-0の時刻情報をさらに周辺局(STAOの隠れ端末)にも伝達するために、「時刻情報」などを各々のACKフレームに含める。また、STA1並びにSTA2は、周辺局から取得した隣接ネットワークにおける送受信シーケンス単位の「時刻情報」もACKフレームに含める。
- [0109] そして、STAOはこれらのACKフレームを受信することで、空間分割多元接続を用いた複数局へのデータ送信シーケンスを終了する。
- [0110] 図4に示した通信シーケンス例において、上述したようにデータを送受信するフレーム内にこれらの情報を含めて伝達することで、アクション・フレームのような単独のフレームを送信するオーバーヘッドを削減することが可能である。但し、必ずしもこれらすべてのフレームに毎回時刻情報が含まれている必要はない。
- [0111] 図5には、送受信シーケンス単位に関する「時刻情報」を掲載する情報エレメントTIME IEの構成例を示している。図示の例では、情報エレメントは、下記のフィールドで構成される。
- [0112] (1) エレメントID: 当該エレメントが時刻情報を掲載していることを示す識別子。
- (2) Length: 当該エレメントの長さを示す(時刻情報エレメントは可変長の場合もある)。
- (3) Time: 当該フレームの送信時刻を示す値。
- (4) TXID: 送受信シーケンス単位を識別する識別子(識別子は、送受信シーケンス単位を決定する通信局が割り当てる数値と送信/受信を識別す

るフラグから構成される。このフラグを参照することにより、参照することで当該時刻情報が送信に関する情報なのか受信に関する情報なのかを判別することができる）。

(5) SEQ Time : 当該送受信シーケンス単位の予定開始時刻（上記 Time フィールドで示された時刻を基準に表記する）。

(6) SEQ Duration : 当該送受信シーケンス単位の予定持続時間。

(7) SEQ Interval : 当該送受信シーケンス単位のインターバル（周期）。

[0113] なお、上記（４）～（７）のフィールドは、１組で１つの送受信シーケンス単位の「時刻情報」を掲載する１セットであり、情報エレメント TIME IE 内に（４）～（７）を複数セット掲載することで、複数の送受信シーケンス単位の「時間情報」を同時に表記することができる。上記のような形で、時刻情報は送受信される。

[0114] 図２～図４に示した通信シーケンスにおいて、「時刻情報」を伝達する役割を持つ各フレームに利用することができる。

[0115] 図１１Ａ～図１１Ｃには IEEE 802. 11 で定義されている RTS、CTS/Ack、DATA の各フレームの PSDU のフォーマットを示した。これに対し、図６Ａ～図６Ｅには、図２～図４に示した各通信シーケンス例で用いられる、時刻情報エレメントが掲載された RTS、CTS/Ack、DATA、アクション、ビーコン/プローブ・レスポンスの各フレームの PSDU のフォーマットを示している。各フレームに含まれる TIME IE フィールドの構成例は図５に示した通りであり、また、その他のフィールドは既に説明した通りである。図４に示した通信シーケンス例では、図６Ａ～図６Ｃに示すように、RTS、CTS/Ack、DATA などの一般的なフレームには、通常のフレーム・フィールドに加えて、時刻情報エレメントが付加されて送信される。図６Ｄに示すように、アクション・フレームのようなマネジメント・フレームには、ペイロード部に時刻情報エレメントが格

納されて送信される。また、図6Eに示すように、通常のビーコンやプローブ・レスポンスが掲載する他のフィールドや情報エレメントに加え、時刻情報エレメントが付加されて送信される。

[0116] また、高速通信に関するIEEE 802.11nでは、複数のフレーム（MPDU（MAC Protocol Data Unit）又はMMPDU（MAC Management Protocol Data Unit））から単一の物理層データ部を構成して、オーバーヘッドを削減するAggregatedフレームのフォーマットが定義されている。図7には、1つのPSDUの中に複数のMPDUが格納されるAggregatedフレームの一部に時刻情報エレメントが掲載される構成例を示している。同図に示す例では、5つのMPDUがAggregateされている。そのうち、最初のMPDU（MPDU-1）が時刻情報エレメントを格納するアクション・フレームに相当する内容が格納されている。それに続くMPDU（MPDU-2、MPDU-3、…）には、図11Aで示したデータ・フレームに相当する内容がそれぞれ格納されている。

[0117] これまでの説明では、アクセスポイントとそれに接続するクライアント・デバイスから構成されるインフラストラクチャー・ネットワークを例にとってきた。無線ネットワークには、それ以外にも、各通信局が自律的に挙動を制御し、各通信局間で対等な立場でリンクを設立するアドホック・ネットワーク、又はメッシュ・ネットワークのような形態も存在する。以下では、特定の制御局の存在なしで構成されるアドホック・メッシュ・ネットワークを例にとって、本発明に係る空間分割多元システムを運用する方法について説明する。

[0118] 特定の制御局がネットワーク内に存在しない場合、各通信局は、自局の送信フレームに関して自局で送信シーケンスのタイミングを決定する。例えば、自律動作する3台の通信局STA0、STA1、STA2が存在し、互いに通信を行なうような場合、STA0は、STA0からSTA1とSTA2に宛てての送信タイミングを決定する。同様に、STA1は、STA1から

STA0とSTA2に宛てての送信タイミングを決定し、また、STA2は、STA2からSTA0とSTA1に宛てての送信タイミングを決定する。

[0119] 以下の説明では、各通信局STA0～STA2は、自律的な制御情報を各々周辺局に報知する目的で、各通信局ともビーコン信号を定期的に送信することを前提とする。また、各通信局STA0～STA2は、プローブ・リクエスト・フレームを受信すると必要に応じてプローブ・レスポンス・フレームを送信する能力も備えているものとする。

[0120] 通信局STA0～STA5は、図13に示したように配置されてメッシュ・ネットワークが構成され、あるいは複数の無線ネットワークがオーバーラップしている。同図において、各通信局は自律動作を行なう通信局であるが、各々、隣り合う通信局のみとしか電波の到達範囲にない。各通信局は、複数の通信局宛てに空間分割多元接続を用いて同時にデータの配送を行なっている。例えば、STA0は、STA1並びにSTA2に対して、図14に示したような空間分割多元接続の通信シーケンスを用いて通信を行なっている。また、STA4も、STA3並びにSTA5に対して、図14に示したような空間分割多元接続の通信シーケンスを用いて通信を行なっている。STA1がSTA0並びにSTA3と同時にデータを送信したい場合には、同様に空間分割多元接続して送信する。

[0121] 図8には、かかるアドホックな通信環境下で、各通信局が互いの送受信シーケンスが衝突しないように制御された通信シーケンス例を示している。

[0122] STA0は、予定した送受信シーケンス単位の「時刻情報」などの情報を掲載したビーコン・フレーム（MSG-0に相当）を、所定のビーコン送信タイミングで送信する。

[0123] STA1並びにSTA2は、STA0からのビーコン・フレームを受信すると、STA0が今後どのタイミングで送受信シーケンス単位を予定しているかの情報を得ることができる。そして、STA1並びにSTA2は、この情報に基づき、自局の送受信シーケンス単位の予定時刻を、STA0の送受信シーケンス単位と重ならないようにスケジュールすればよい。

- [0124] ここで、STA 1とSTA 2は、次の送受信シーケンス単位の時刻まではフレーム送受信の必要がないと判断したときには、その開始時刻まで省電力動作を行なうことも可能である。
- [0125] 時刻情報を含むメッセージMSG-0は、自局と通信する間柄にある通信局だけに宛てて送信される場合もあるが、オーバーラップする他ネットワークの通信局にも受信してほしい情報であることから、ブロードキャスト・アドレス宛てに送信され、他の論理ネットワークに属する通信局にも受信されるように送信されることが望ましい。
- [0126] そこで、STA 1並びにSTA 2は、自局の送受信シーケンス単位の時刻情報に、STA 0からのMSG-0から得られた自局で受信する送受信シーケンス単位の時刻情報を付加することにより、新たな時刻情報を生成し、この時刻情報を周辺局に伝達するためのフレームをそれぞれ送信する。図8中で、STA 1がMSG-1として送信しているメッセージと、STA 2がMSG-2として送信しているメッセージがこれに相当する。MSG-0と同様に、MSG-1並びにMSG-2は、オーバーラップする他ネットワークの通信局にも受信してほしい情報であることから、ブロードキャスト・アドレス宛てに送信され、他の論理ネットワークに属する通信局にも受信されるように送信されることが望ましい。図8中では、STA 1は、アクション・フレームにメッセージMSG-1を掲載して伝達し、STA 2は、ビーコン・フレーム並びにアクション・フレームにメッセージMSG-2を掲載して伝達している。
- [0127] また、STA 4は、予定した送受信シーケンス単位の「時刻情報」などの情報を掲載したビーコン・フレーム（MSG-4に相当）を、所定のビーコン送信タイミングで送信する。
- [0128] STA 3は、STA 1並びにSTA 4の各々から受信したビーコン・フレームの中身を解読して、自局がどの時刻で各周辺局から干渉を受ける可能性があるかを把握すると、各周辺局が利用する送受信シーケンス単位と重ならないように、自局が利用する送受信シーケンス単位の予定時刻をスケジュール

ルすることができる。

[0129] STA 2は、アクション・フレームでも、時刻情報を含んだメッセージMSG-2を周辺局へ伝達する。

[0130] STA 0並びにSTA 3は、STA 2からのアクション・フレームを受信すると、STA 2が今後どのタイミングで送受信シーケンス単位を予定しているかの情報を得ると、この情報に基づき、自局の送受信シーケンス単位の予定時刻を、STA 0の送受信シーケンス単位と重ならないようにスケジュールする。

[0131] 以降の説明を省略するが、図8に示した通信シーケンス例によれば、各通信局は、自局の送受信シーケンス単位の時刻情報と、周辺局からの受信した送受信シーケンス単位の時刻情報をまとめて「時刻情報」を生成し、これを周辺局に向けて伝達していく訳である。

[0132] 各通信局は、自局の送受信シーケンス単位の時刻情報と、周辺局から受信した送受信シーケンス単位の時刻情報を照らし合わせ、互いがオーバーラップしないように自局の送受信シーケンス単位の時刻をスケジュールする。この結果、システム全体としては、例えば2ホップ先の送受信シーケンス単位までが重ならないようにスケジュールする。図9には、所定のビーコン送信タイミング毎に送信されるビーコン・フレームを通じて送受信シーケンス単位の時刻情報を通知し合い、各通信局が自局の送受信シーケンス単位の時刻を逐次スケジュールする様子を示している。なお、本発明の要旨は送受信シーケンスが重なるか否かの判断方法については、本発明では詳細な説明を省略するが、例えば特許文献3で示されているような方法論を用いることができる。

[0133] 図8に示した通信シーケンス例では、各通信局は、送受信シーケンス単位の「時刻情報」を単独で掲載するアクション・フレームとして送信する場合と、ビーコン・フレームやプローブ・レスポンス・フレームなどの一般的な制御情報を掲載するフレーム中に「時刻情報」を含ませて送信する場合がある。また、図8には描いていないが、RTS、CTS、DATA、ACKな

どのその他の一般的なフレームの中に「時刻情報」をマルチプレクスなどにより含ませて送信することもできる。

[0134] 但し、アドホック・メッシュ・ネットワークでは、各通信局がともにビーコン・フレームを送信することから、図8に示したように、ビーコン・フレームやアクション・フレームを通じて「時刻情報」を伝達することが効率的とも考えられる。

[0135] なお、アドホック・メッシュ・ネットワークにおいて、「時刻情報」を掲載するフレーム・フォーマットとして、図5～図7に示したものを同様に使用することができる。

### 産業上の利用可能性

[0136] 以上、特定の実施形態を参照しながら、本発明について詳細に説明してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施形態の修正や代用を成し得ることは自明である。

[0137] 本明細書では、1 G b p s という超高スループットの実現を目指す I E E E 8 0 2 . 1 1 a c のような新規の無線 L A N 規格に適用した実施形態を中心に説明してきたが、本発明の要旨はこれに限定されるものではない。例えば、空間軸上の無線リソースを複数のユーザーで共有するその他の無線 L A N システムや、L A N 以外のさまざまな無線システムに対しても、同様に本発明を適用することができる。

[0138] 本明細書では、情報送信元と情報送信先の間で、アンテナ係数の学習と、学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう一連のシーケンスを、「送受信シーケンス単位」と定義した。典型的な送受信シーケンスは、図14に示したように1回のR T S / C T S ハンドシェイクであるが、本発明の要旨は必ずしもこれに限定されるものではない。また、T X O P に余裕がある場合などは、情報送信先（R T S 受信局）から情報送信元（R T S 送信局）への逆方向の情報送信、すなわち R D G ( R e v e r s e D i r e c t i o n G r a n t ) を適用することもできる。例えば I E E E 8 0 2 . 1 1 n では、T X O P 内でのデータ伝送をさらに効率化

するために、RDプロトコルを規定している。

[0139] 要するに、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、本明細書の記載内容を限定的に解釈すべきではない。本発明の要旨を判断するためには、特許請求の範囲を参酌すべきである。

### 符号の説明

- [0140] 1 1…アンテナ  
1 2…信号処理部  
1 3…物理層プロセッサ  
1 4…MAC層プロセッサ

## 請求の範囲

- [請求項1]           アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なう通信局を含む複数の通信局からなる通信システムであって、
- 基地局と1以上の端末局の間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、前記基地局は自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記1以上の端末局に通知する第1のフレームを送信し、前記1以上の端末局は前記第1のフレームを受信したことに応じて前記送受信シーケンス単位に関する時刻情報を周辺局に通知するための第2のフレームを送信する、通信システム。
- [請求項2]           前記端末局は、前記第2のフレームをいずれかの周辺局から受信したことに応じて、当該周辺局のネットワークで予定されている第2の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記基地局に通知する第3のフレームを送信する、
- 請求項1に記載の通信システム。
- [請求項3]           前記基地局は、受信した前記第3のフレームを解読して得られる前記第2の送受信シーケンス単位に関する時刻情報に基づいて、前記第2の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整する、
- 請求項2に記載の通信システム。
- [請求項4]           前記第1のフレーム、第2のフレーム、第3のフレームは、マネジメント・フレームとして送信される、
- 請求項2に記載の通信システム。
- [請求項5]           前記第1のフレーム、第2のフレーム、第3のフレームは、ブロードキャスト・アドレス宛てに送信される、
- 請求項2に記載の通信システム。
- [請求項6]           前記第2のフレームは、前記端末局から前記基地局宛てのフレーム

として送信される、  
請求項 1 に記載の通信システム。

[請求項7] アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なうことが可能な通信部と、

前記通信部による通信動作を制御する制御部と、  
を備え、

前記制御部は、基地局として動作して、1以上の端末局との間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記 1 以上の端末局に通知する第 1 のフレームを送信させ、前記 1 以上の端末局のうち少なくとも 1 つから周辺局のネットワークで予定されている第 2 の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を通知する第 3 のフレームを受信したことに応じて、前記第 2 の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整する、  
通信装置。

[請求項8] アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なうための通信方法であって、基地局として動作して、1以上の端末局との間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、

自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記 1 以上の端末局に通知する第 1 のフレームを送信するステップと、

前記 1 以上の端末局のうち少なくとも 1 つから周辺局のネットワークで予定されている第 2 の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を通知する第 3 のフレームを受信するステップと、

受信した前記第 3 のフレームを解読して得られる前記第 2 の送受信

シーケンス単位に関する時刻情報に基づいて、前記第2の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整するステップと、を有する通信方法。

[請求項9]

通信装置がフレームを送信するための処理をコンピュータ上で実行するようにコンピュータ可読形式で記述されたコンピュータ・プログラムであって、前記コンピュータを、

アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なうことが可能な通信部、

前記通信部による通信動作を制御する制御部、  
として機能させ、

前記制御部は、基地局として動作して、1以上の端末局との間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記1以上の端末局に通知する第1のフレームを送信させ、前記1以上の端末局のうち少なくとも1つから周辺局のネットワークで予定されている第2の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を通知する第3のフレームを受信したことに応じて、前記第2の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整する、  
コンピュータ・プログラム。

[請求項10]

アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なう通信局を含む複数の通信局からなる通信システムであって、

複数の通信局間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、情報送信元の通信局は自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を情報送信先となる1以

上の通信局に通知する第1のフレームを送信し、前記情報送信先となる1以上の通信局は前記第1のフレームを受信したことに応じて前記送受信シーケンス単位に関する時刻情報を周辺局に通知するための第2のフレームをそれぞれ送信する、  
通信システム。

[請求項11] 前記情報送信先となる1以上の通信局は、前記第2のフレームをいずれかの周辺局から受信したことに応じて、当該周辺局のネットワークで予定されている第2の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記情報送信元の通信局に通知する第3のフレームを送信する、  
請求項10に記載の通信システム。

[請求項12] 前記情報送信元の通信局は、受信した前記第3のフレームを解読して得られる前記第2の送受信シーケンス単位に関する時刻情報に基づいて、前記第2の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整する、  
請求項11に記載の通信システム。

[請求項13] 前記第1のフレーム、第2のフレーム、第3のフレームは、マネジメント・フレームとして送信される、  
請求項11に記載の通信システム。

[請求項14] 前記第1のフレーム、第2のフレーム、第3のフレームは、ビーコン・フレーム又はプローブ・レスポンス・フレームとして送信される、  
請求項11に記載の通信システム。

[請求項15] 前記第1のフレーム、第2のフレーム、第3のフレームは、ブロードキャスト・アドレス宛てに送信される、  
請求項11に記載の通信システム。

[請求項16] 前記第2のフレームは、前記情報送信先の通信局から前記情報送信元の通信局宛てのフレームとして送信される、

請求項 10 に記載の通信システム。

[請求項17]

アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なうことが可能な通信部と、

前記通信部による通信動作を制御する制御部と、  
を備え、

前記制御部は、情報送信元として、情報送信先となる 1 以上の通信局との間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記情報送信先となる 1 以上の通信局に通知する第 1 のフレームを送信させ、前記情報送信先となる 1 以上の通信局のうち少なくとも 1 つから周辺局のネットワークで予定されている第 2 の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を通知する第 3 のフレームを受信したことに応じて、前記第 2 の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整する、  
通信装置。

[請求項18]

アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なうための通信方法であって、情報送信元として、情報送信先となる 1 以上の通信局との間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、

自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記情報送信先となる 1 以上の通信局に通知する第 1 のフレームを送信するステップと、

前記情報送信先となる 1 以上の通信局のうち少なくとも 1 つから周辺局のネットワークで予定されている第 2 の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を通知する第 3 のフレームを受信するステップと、

受信した前記第3のフレームを解読して得られる前記第2の送受信シーケンス単位に関する時刻情報に基づいて、前記第2の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整するステップと、  
を有する通信方法。

[請求項19]

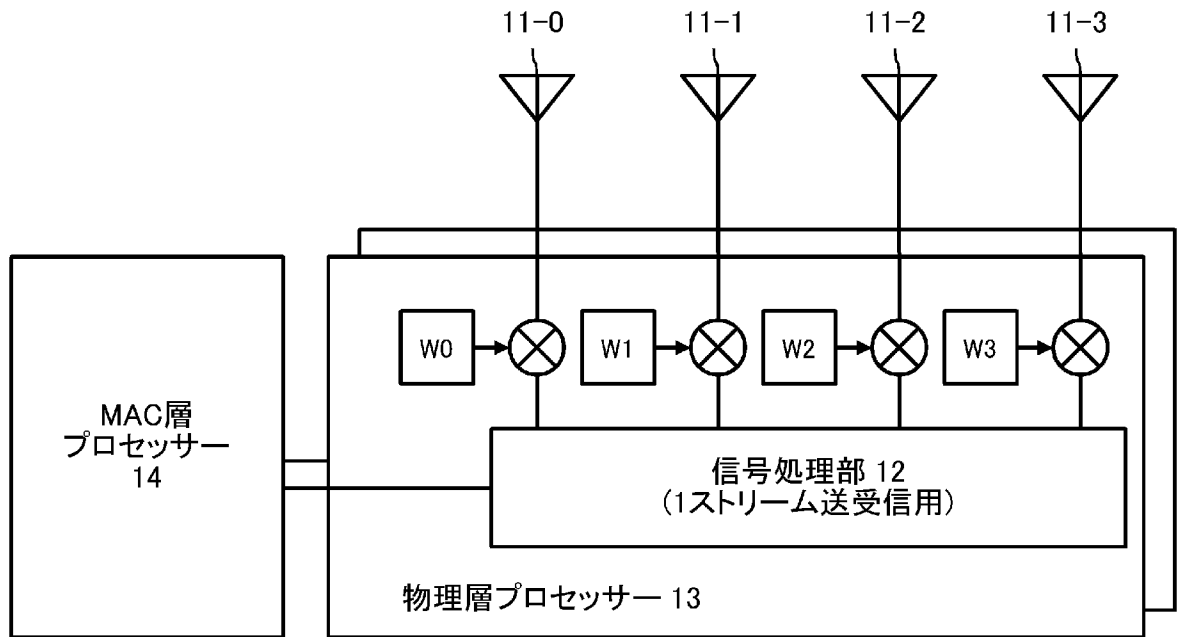
通信装置がフレームを送信するための処理をコンピューター上で実行するようにコンピューター可読形式で記述されたコンピューター・プログラムであって、前記コンピューターを、

アレイ・アンテナを用いて空間分割多元接続を行なうことが可能な通信部、

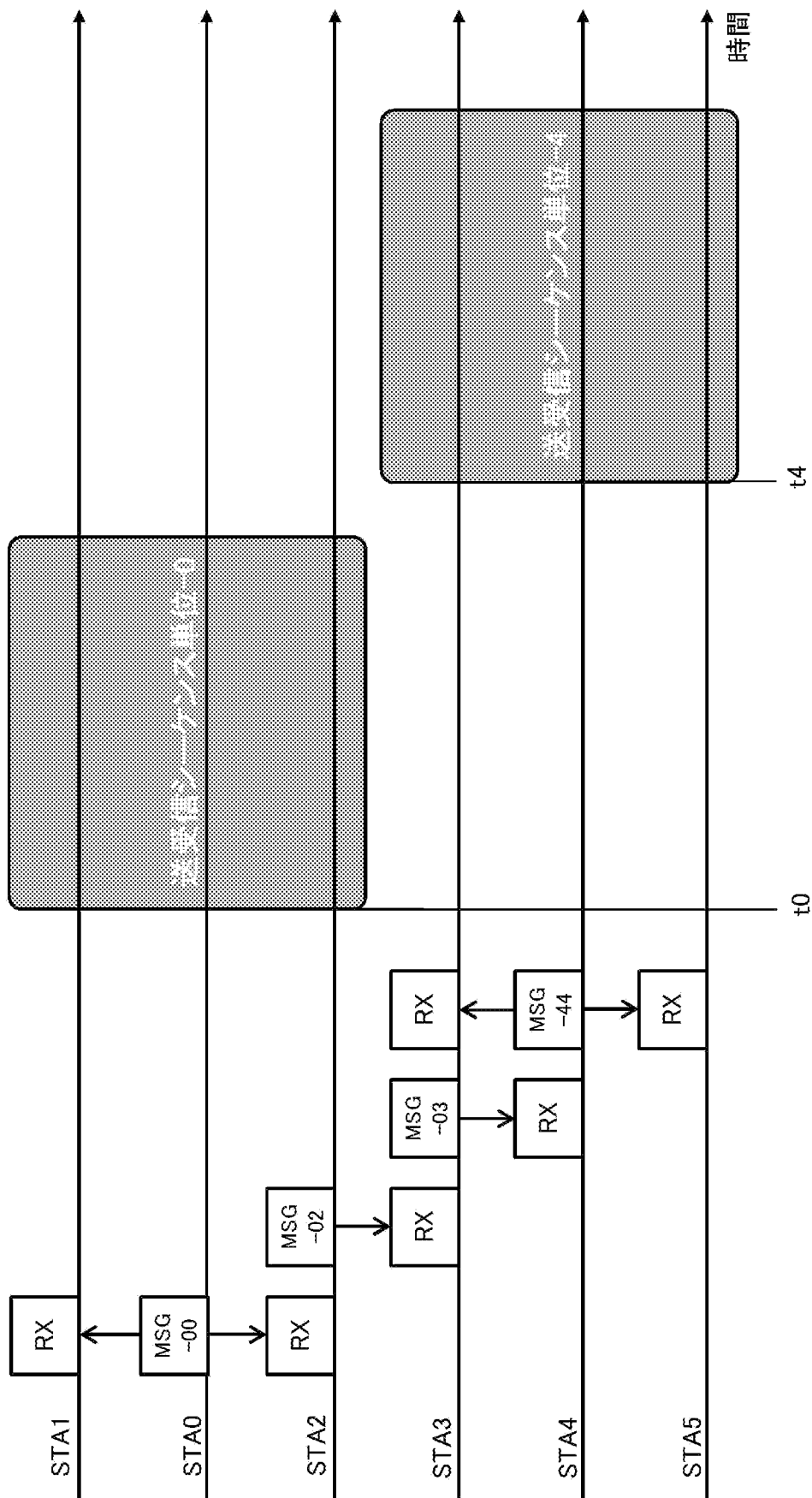
前記通信部による通信動作を制御する制御部、  
として機能させ、

前記制御部は、情報送信元として、情報送信先となる1以上の通信局との間で、アンテナ係数の学習と学習したアンテナ係数を利用して空間分割多元接続による情報伝送を行なう送受信シーケンス単位を行なう際に、自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位に関する時刻情報を前記情報送信先となる1以上の通信局に通知する第1のフレームを送信させ、前記情報送信先となる1以上の通信局のうち少なくとも1つから周辺局のネットワークで予定されている第2の送受信シーケンス単位に関する時刻情報を通知する第3のフレームを受信したことに応じて、前記第2の送受信シーケンス単位とは時間軸上で重ならないように自局のネットワークで予定する送受信シーケンス単位の開始時刻を調整する、  
コンピューター・プログラム。

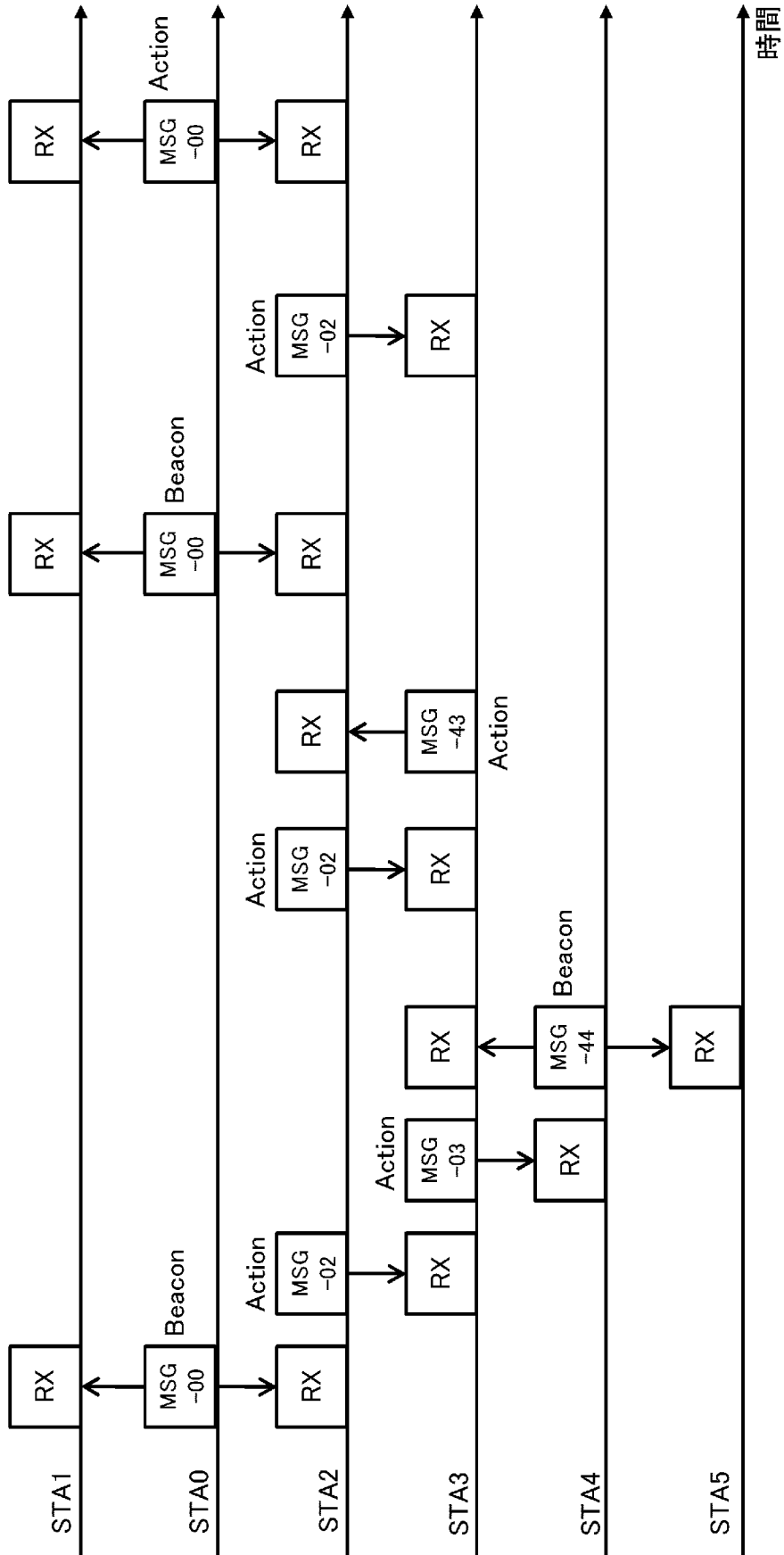
[図1]



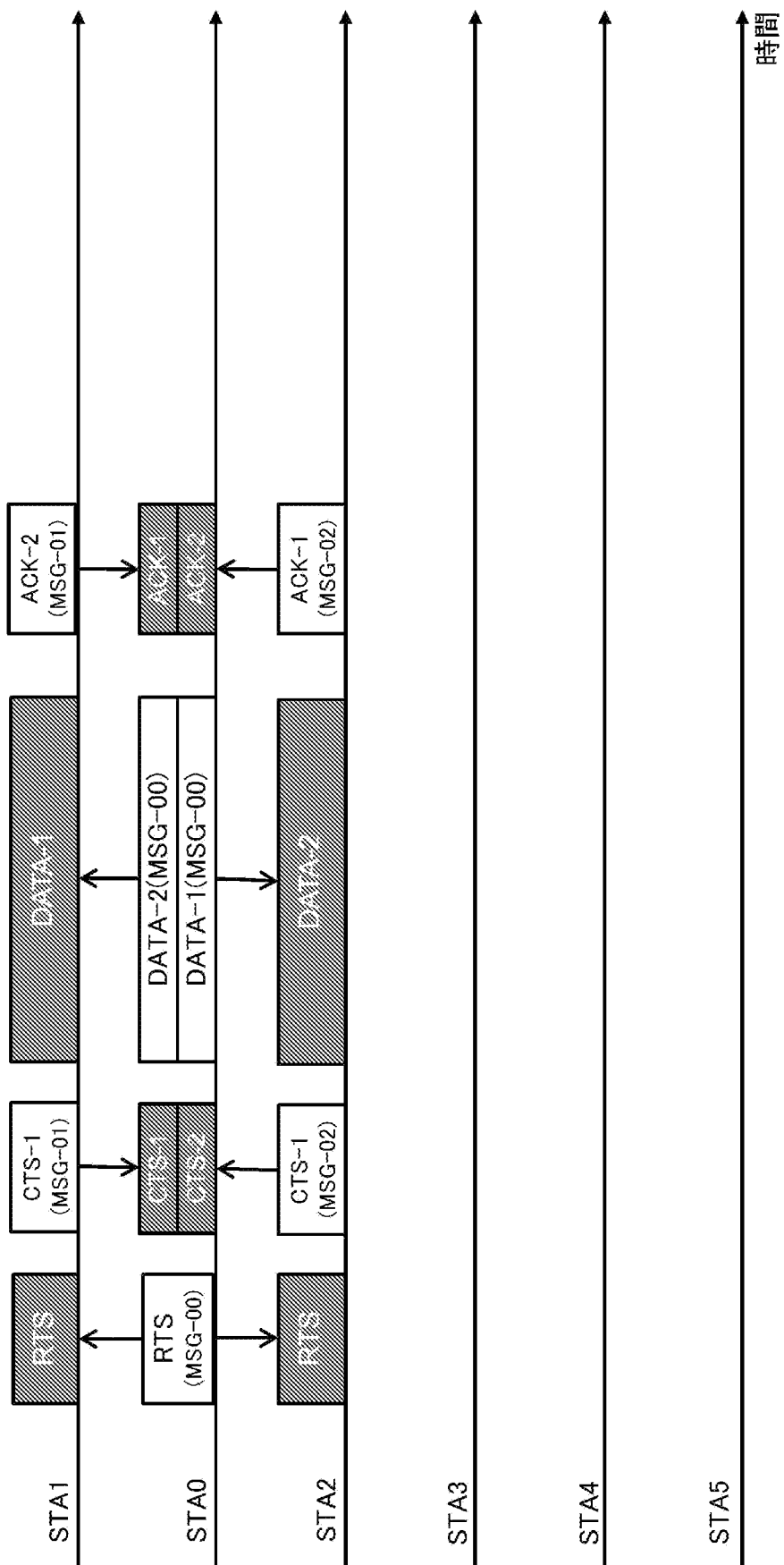
[図2]



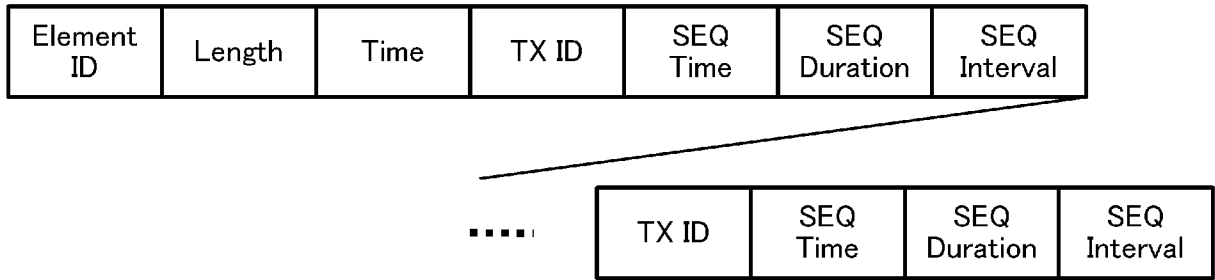
[図3]



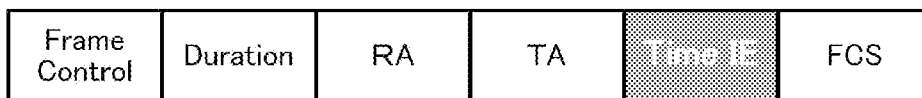
[図4]



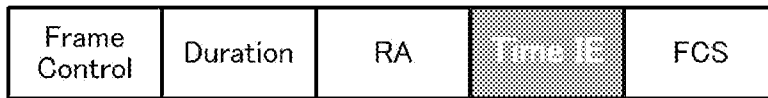
[図5]



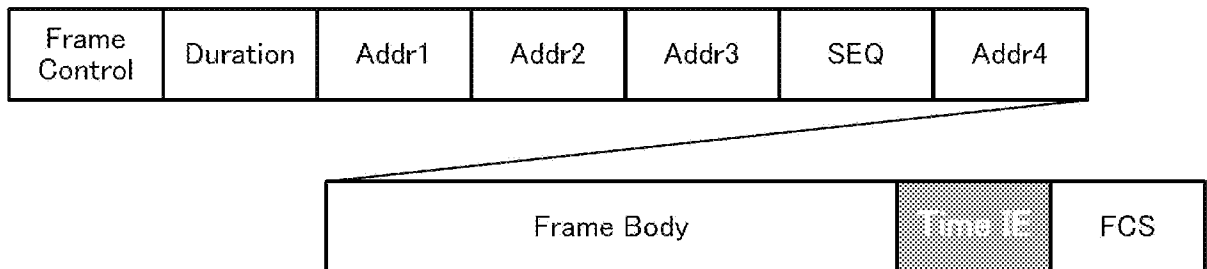
[図6A]



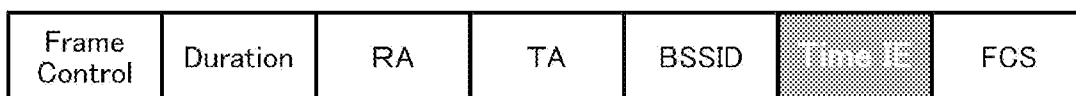
[図6B]



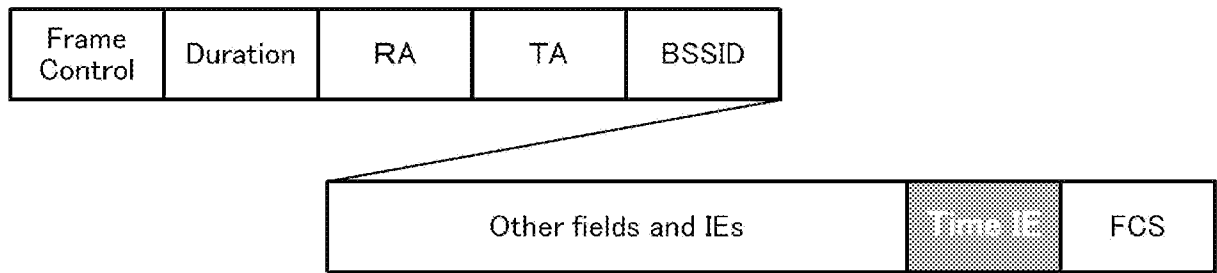
[図6C]



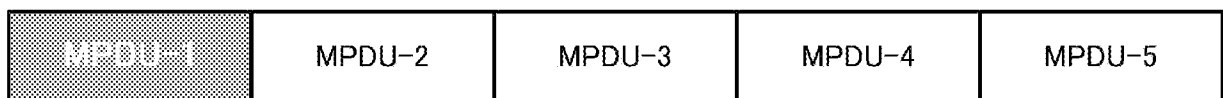
[図6D]



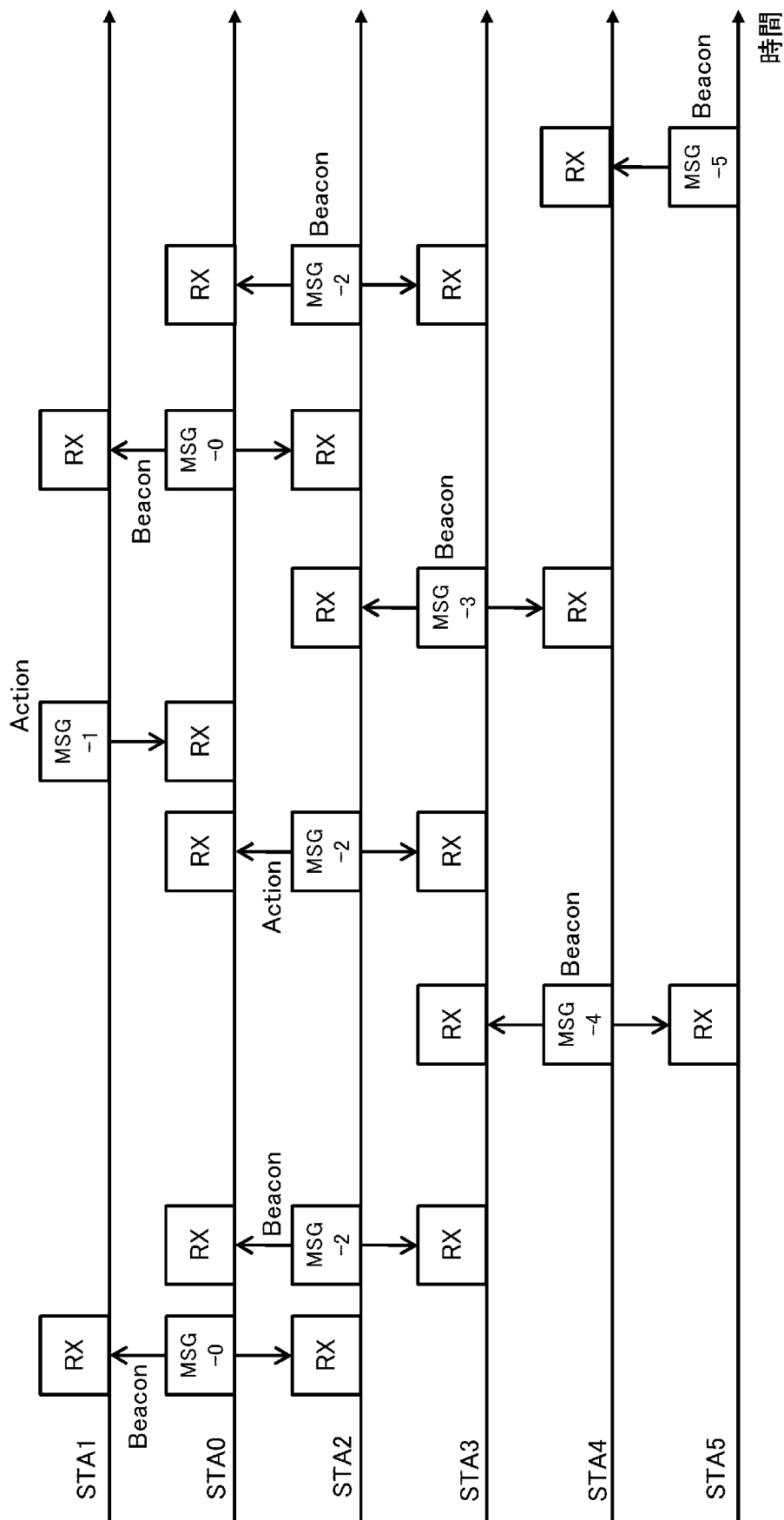
[ 6E ]



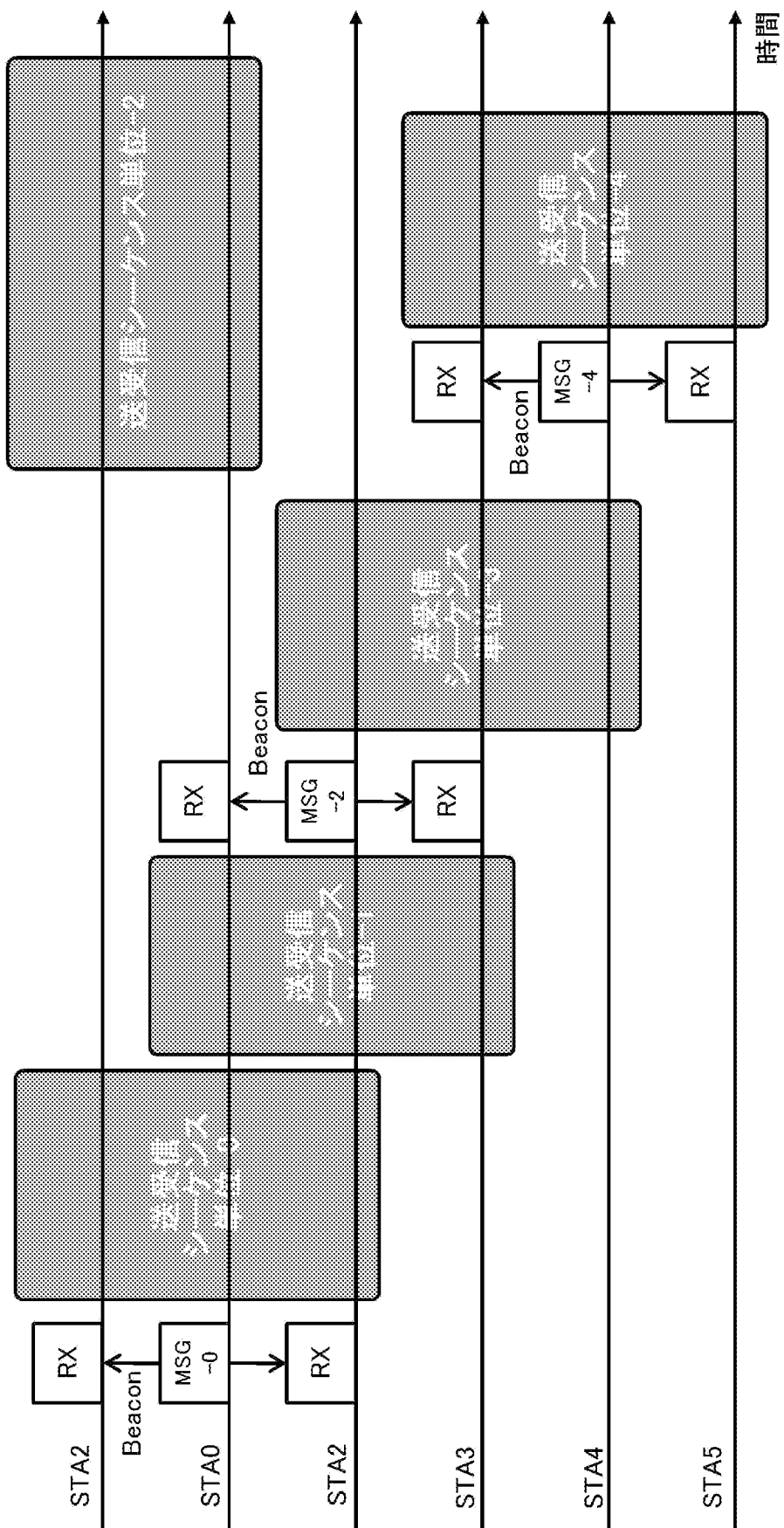
[ 7 ]



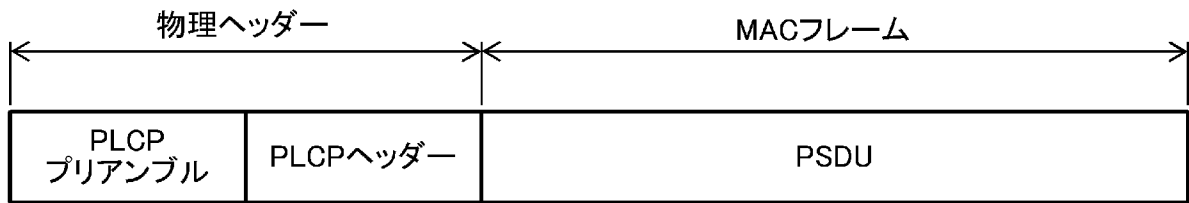
[圖8]



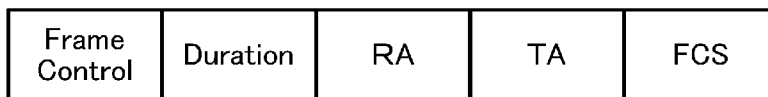
[図9]



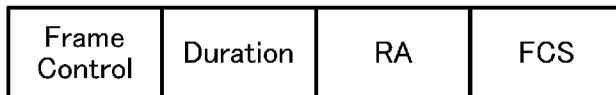
[図10]



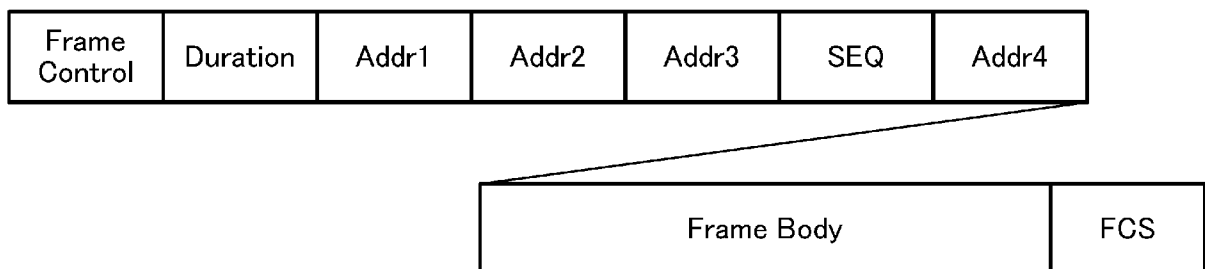
[図11A]



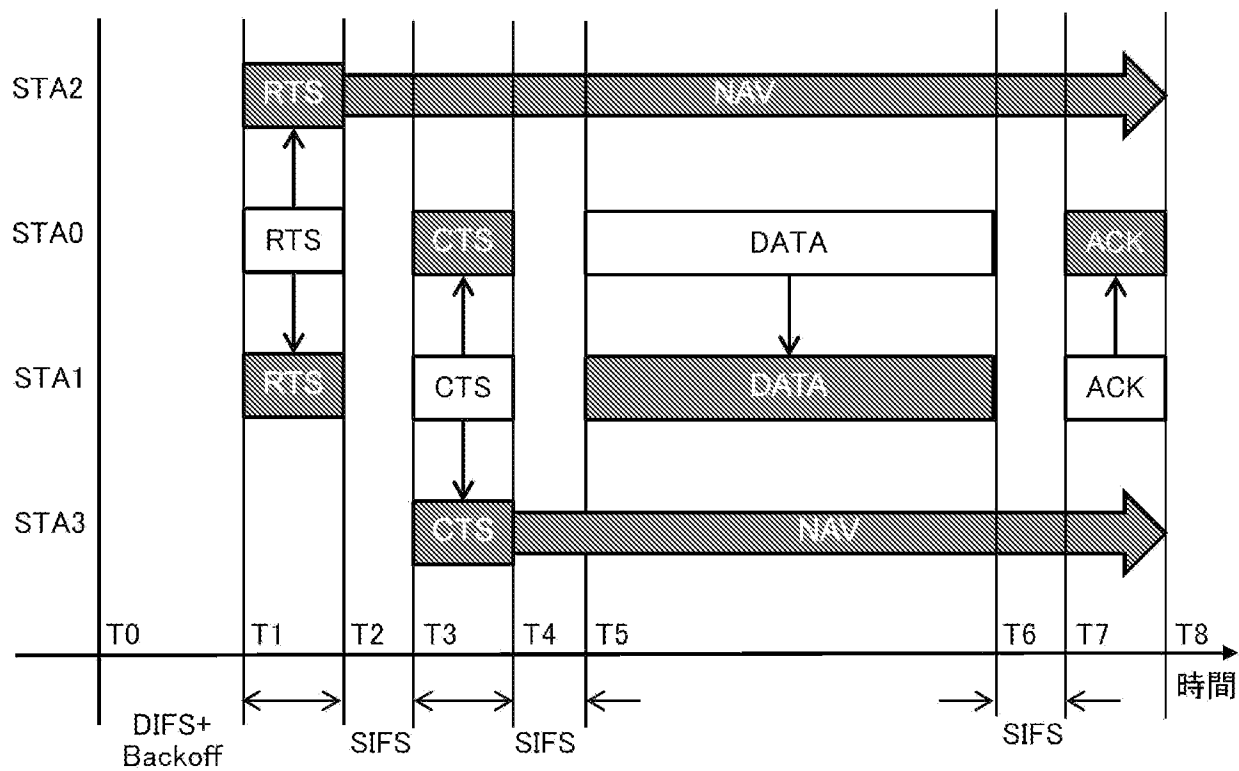
[図11B]



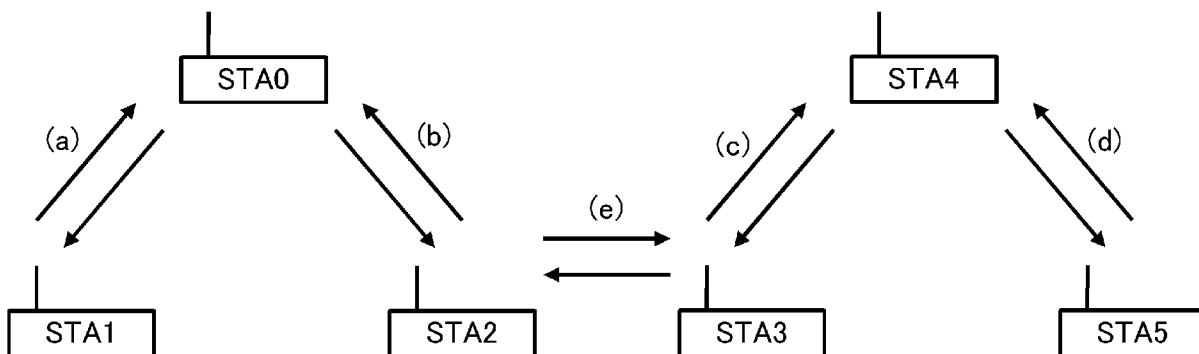
[図11C]



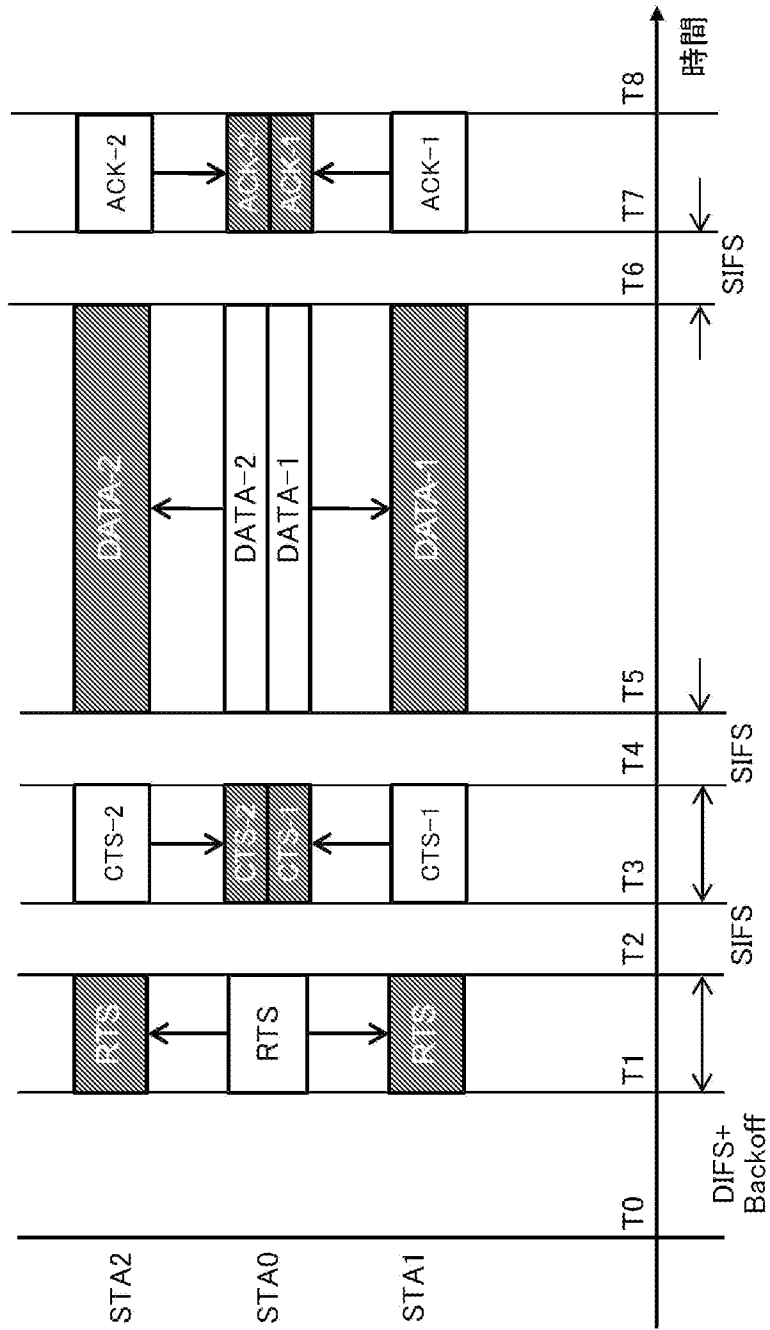
[図12]



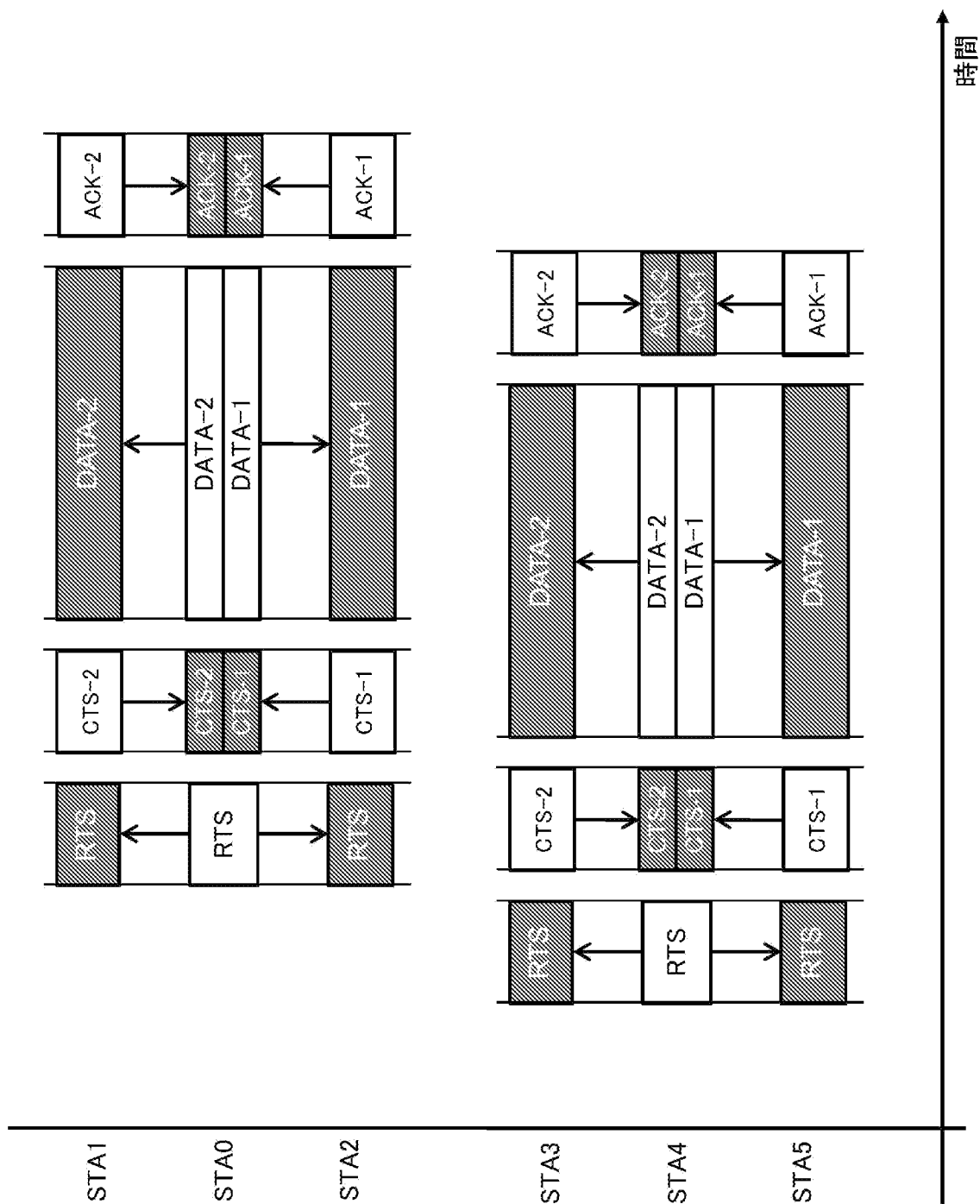
[図13]



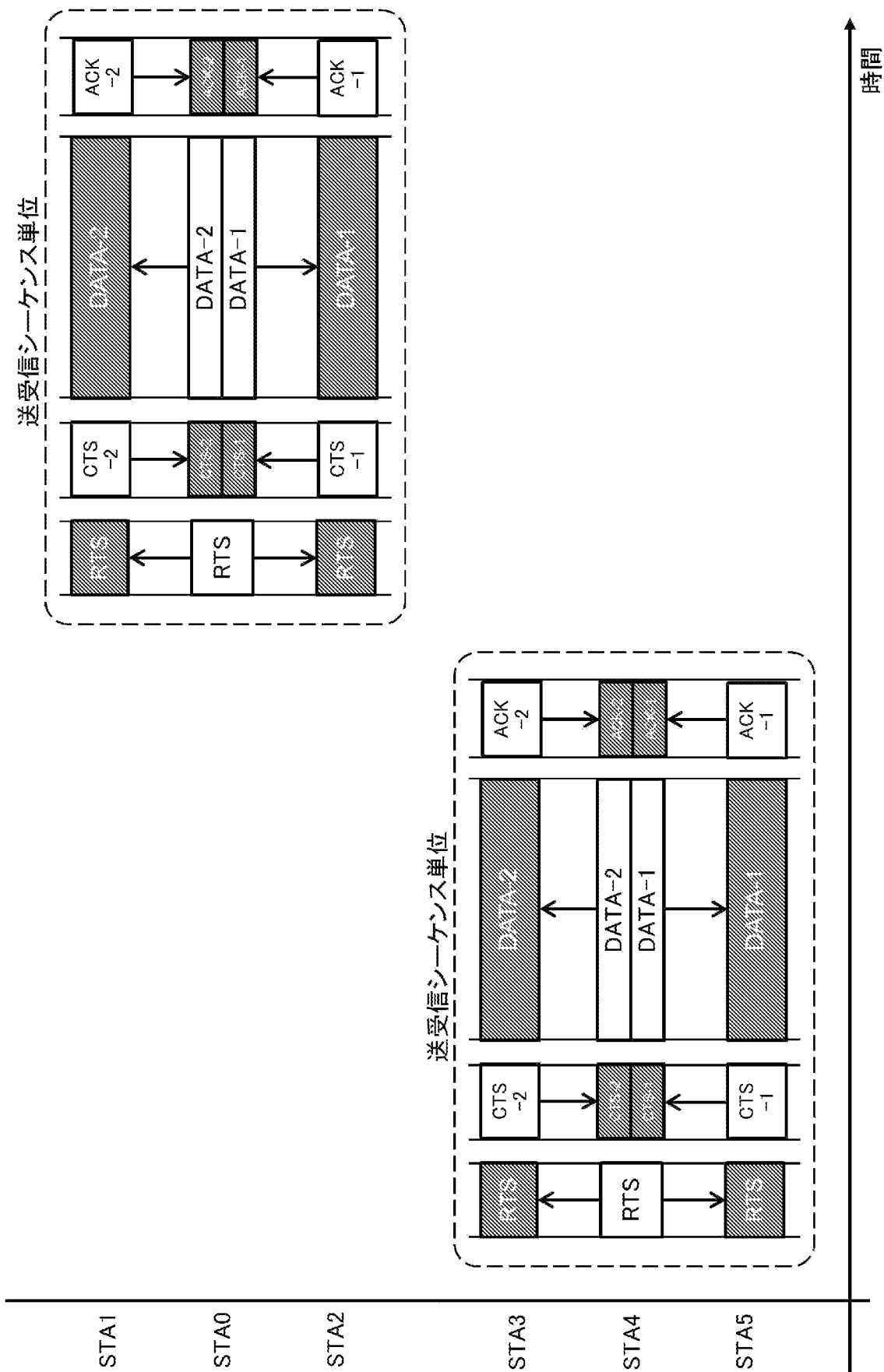
[図14]



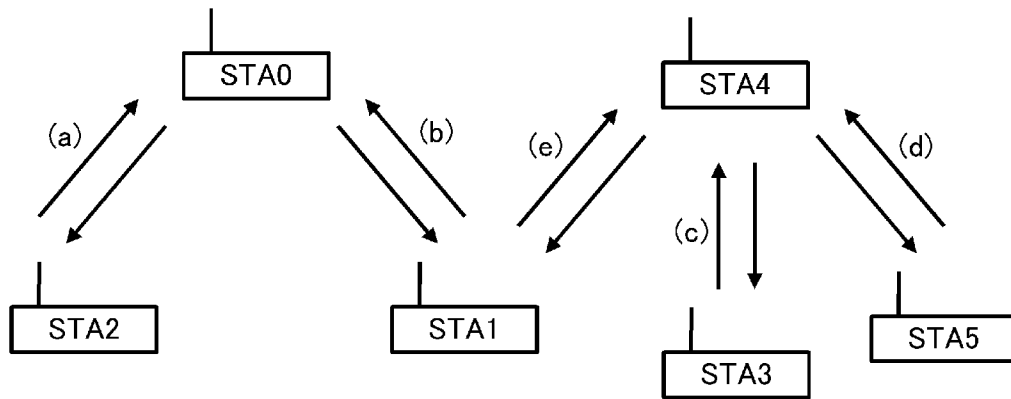
[図15]



[図16]



[図17]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/056921

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H04W74/04(2009.01)i, H04J99/00(2009.01)i, H04W16/28(2009.01)i, H04W84/12(2009.01)i, H04W88/02(2009.01)i

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)

H04B 7/24-7/26; H04L 12/00-12/28, 12/44-12/66; H04W 4/00-99/00;

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Guido R. Hiertz, Joerg Habetha, A new MAC Protocol for a wireless multi-hop broadband system beyond IEEE 802.11, Wireless World Research Forum, 9th Meeting in Zurich, Switzerland, 2003.07, pp.1-6	1-19
Y	JP 2005-197973 A (Sony Corp.), 21 July 2005 (21.07.2005), paragraphs [0115] to [0125]; fig. 7 (Family: none)	1-19

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
04 June, 2010 (04.06.10)

Date of mailing of the international search report  
15 June, 2010 (15.06.10)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/056921

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-124878 A (Toshiba Corp.), 25 April 2003 (25.04.2003), paragraphs [0120], [0134] & US 2003/0036404 A1      & US 2006/0040709 A1 & US 2009/0147761 A1      & EP 1286506 A2 & DE 60206715 D          & DE 60206715 T & CN 1402441 A            & CN 1819490 A	1-19

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04W74/04(2009.01)i, H04J99/00(2009.01)i, H04W16/28(2009.01)i, H04W84/12(2009.01)i, H04W88/02(2009.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04B 7/24- 7/26;  
H04L 12/00-12/28, 12/44-12/66;  
H04W 4/00-99/00;

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	Guido R. Hiertz, Joerg Habetha, A new MAC Protocol for a wireless multi-hop broadband system beyond IEEE 802.11, Wireless World Research Forum, 9th Meeting in Zurich, Switzerland, 2003.07, pp.1-6	1-19
Y	JP 2005-197973 A (ソニー株式会社) 2005.07.21, 115-125段落、図7 (ファミリーなし)	1-19

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
- 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.06.2010

国際調査報告の発送日

15.06.2010

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田中 寛人

5 J

4057

電話番号 03-3581-1101 内線 3534

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2003-124878 A (株式会社東芝) 2003. 04. 25, 1 2 0 段落、1 3 4 段落 & US 2003/0036404 A1 & US 2006/0040709 A1 & US 2009/0147761 A1 & EP 1286506 A2 & DE 60206715 D & DE 60206715 T & CN 1402441 A & CN 1819490 A	1-19