

明 細 書

発明の名称： 通信方法、搬送システム及び通信デバイス

技術分野

[0001] 本発明は、搬送システムの通信方法、搬送システム及び通信デバイスに関する。

背景技術

[0002] 半導体ウエハ等を搬送する天井走行台車と、半導体ウエハ等を処理する半導体製造装置と、を備えるシステムが開示されている（例えば、特許文献 1、2 参照）。天井走行台車は、半導体製造装置に設けられた載置ポートの上方で走行を停止し、載置ポートとの間で半導体ウエハ等を移載する。天井走行台車の停止位置の上方には、半導体製造装置に接続されている光通信端末が設けられている。天井走行台車は、走行を停止すると、半導体ウエハ等を移載するための通信（インターロック処理を行うための通信、いわゆるインターロック通信）を光通信端末と実行する。これにより、例えば、天井走行台車より半導体ウエハ等を載置ポートに移載する際、特定の条件が成立しないと次の工程には移行しないようにでき、天井走行台車から載置ポートへの半導体ウエハ等の移載を安全かつ確実に行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第 2 0 1 1 / 1 5 5 0 4 0 号

特許文献2：特許第 4 4 7 1 1 1 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記のシステムにおけるインターロック通信は、光通信により実行される。光通信では、天井走行台車及び光通信端末の間で光軸を合わせる必要がある。そのため、光軸のずれによる通信不良が発生する可能性がある。

[0005] そこで、本発明者らは、光通信に代えて、W i - F i （登録商標）等の無

線通信を利用することを検討した。具体的には、半導体製造装置に通信デバイスが設置され、天井走行台車が、通信デバイスとの無線通信によりインターロック通信を実行する。無線通信によれば、光軸を合わせる必要がないため、光軸のずれによる通信不良が解消される。

[0006] しかし、無線通信では、周囲環境等による電波の反射等により通信障害が発生する可能性があり、無線通信を冗長化する必要がある。

[0007] 本発明では、搬送システムのインターロック通信における無線通信を冗長化できる通信方法等を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、本発明の一態様に係る通信方法は、搬送物を搬送するための複数の搬送台車と、前記搬送物が載置される複数の設備のそれぞれに、それぞれが一对一で接続されている複数の通信デバイスと、を備える搬送システムの通信方法であって、前記複数の通信デバイスは、予め互いに通信可能に接続されており、前記通信方法は、（a）前記複数の搬送台車のうちの特定の搬送台車が、前記複数の通信デバイスのうちの特定の通信デバイスを最終送信先とする第1の信号を前記複数の通信デバイスに送信するステップと、（b）前記特定の通信デバイスが、前記複数の通信デバイスのうちの他の通信デバイスを介する通信経路で前記特定の搬送台車から前記第1の信号を受信するステップと、を含み、前記第1の信号は、前記特定の搬送台車が、前記特定の通信デバイスに一对一で接続されている特定の設備との間で前記搬送物を移載するために通信される信号である。

[0009] これによれば、特定の通信デバイスは、通信障害により特定の搬送台車から第1の信号を直接的に受信できなくても、他の通信デバイスを介する通信経路で第1の信号を間接的に受信できる。このため、搬送システムのインターロック通信における無線通信を冗長化できる。

[0010] また、前記複数の通信デバイスは、互いに有線ケーブルで接続されていてもよい。

[0011] これによれば、複数の通信デバイス間の通信を、無線接続の場合と比べて

安定させることができる。

- [0012] また、前記複数の通信デバイスは、3台以上の通信デバイスであり、前記第1の信号は、前記他の通信デバイスのそれぞれが前記第1の信号を前記特定の通信デバイスに送信するための時間を特定する時間情報を含み、前記（b）では、前記他の通信デバイスのそれぞれが、前記時間情報によって特定される時間に前記第1の信号を前記特定の通信デバイスに送信してもよい。
- [0013] これによれば、他の通信デバイスのそれぞれが同じタイミングで第1の信号を特定の通信デバイスに送信することを抑制できるため、コリジョンの発生を抑制できる。
- [0014] また、前記（b）では、前記他の通信デバイスのそれぞれが、前記第1の信号を前記特定の通信デバイスに送信し、前記通信方法は、さらに、（c）前記特定の通信デバイスが、前記他の通信デバイスを介する通信経路で、前記第1の信号に対する応答信号である第2の信号を前記特定の搬送台車に送信するステップを含んでいてもよい。
- [0015] これによれば、特定の搬送台車は、通信障害により特定の通信デバイスから第2の信号を直接的に受信できなくても、他の通信デバイスを介する通信経路で第2の信号を間接的に受信できる。
- [0016] また、前記複数の通信デバイスは、3台以上の通信デバイスであり、前記第1の信号は、前記他の通信デバイスのそれぞれが、前記特定の搬送台車から前記第1の信号を受信する際の電波強度を含み、前記（b）では、前記他の通信デバイスのそれぞれが、前記電波強度を含む前記第1の信号を前記特定の通信デバイスに送信し、前記（c）では、前記特定の通信デバイスが、前記他の通信デバイスのうち、前記他の通信デバイスのそれぞれから送信された前記第1の信号に含まれる前記電波強度のうちの最も強い電波強度に対応する通信デバイスを介する通信経路で、前記第2の信号を前記特定の搬送台車に送信してもよい。
- [0017] これによれば、他の通信デバイスを介する通信経路のうち、電波強度の最も強い通信経路で第2の信号が送信されるため、特定の搬送台車と特定の通

信デバイスとの通信が成功する可能性を高めることができる。

- [0018] また、本発明の一態様に係る搬送システムは、搬送物を搬送するための複数の搬送台車と、前記搬送物が載置される複数の設備のそれぞれに、それぞれが一对一で接続されている複数の通信デバイスと、を備える搬送システムであって、前記複数の通信デバイスは、予め互いに通信可能に接続されており、前記複数の搬送台車のうちの特定の搬送台車は、前記複数の通信デバイスのうちの特定の通信デバイスを最終送信先とする第1の信号を前記複数の通信デバイスに送信し、前記特定の通信デバイスは、前記複数の通信デバイスのうちの他の通信デバイスを介する通信経路で前記特定の搬送台車から前記第1の信号を受信し、前記第1の信号は、前記特定の搬送台車が、前記特定の通信デバイスに一对一で接続されている特定の設備との間で前記搬送物を移載するために通信される信号である。
- [0019] これによれば、特定の通信デバイスは、通信障害により特定の搬送台車から第1の信号を直接的に受信できなくても、他の通信デバイスを介する通信経路で第1の信号を間接的に受信できる。このため、搬送システムのインターロック通信における無線通信を冗長化できる。
- [0020] また、前記複数の通信デバイスは、互いに有線ケーブルで接続されていてもよい。
- [0021] これによれば、複数の通信デバイス間の通信を、無線接続の場合と比べて安定させることができる。
- [0022] また、前記複数の通信デバイスは、3台以上の通信デバイスであり、前記第1の信号は、前記他の通信デバイスのそれぞれが前記第1の信号を前記特定の通信デバイスに送信するための時間を特定する時間情報を含み、前記他の通信デバイスのそれぞれが、前記時間情報によって特定される時間に前記第1の信号を前記特定の通信デバイスに送信することで、前記特定の通信デバイスは、前記他の通信デバイスを介する通信経路で前記特定の搬送台車から前記第1の信号を受信してもよい。
- [0023] これによれば、他の通信デバイスのそれぞれが同じタイミングで第1の信

号を特定の通信デバイスに送信することを抑制できるため、コリジョンの発生を抑制できる。

[0024] また、前記他の通信デバイスのそれぞれが、前記第 1 の信号を前記特定の通信デバイスに送信することで、前記特定の通信デバイスは、前記他の通信デバイスを介する通信経路で前記特定の搬送台車から前記第 1 の信号を受信し、前記特定の通信デバイスは、前記他の通信デバイスを介する通信経路で、前記第 1 の信号に対する応答信号である第 2 の信号を前記特定の搬送台車に送信してもよい。

[0025] これによれば、特定の搬送台車は、通信障害により特定の通信デバイスから第 2 の信号を直接的に受信できなくても、他の通信デバイスを介する通信経路で第 2 の信号を間接的に受信できる。

[0026] また、前記複数の通信デバイスは、3 台以上のデバイスであり、前記第 1 の信号は、前記他の通信デバイスのそれぞれが、前記特定の搬送台車から前記第 1 の信号を受信する際の電波強度を含み、前記他の通信デバイスのそれぞれが、前記電波強度を含む前記第 1 の信号を前記特定の通信デバイスに送信することで、前記特定の通信デバイスは、前記他の通信デバイスを介する通信経路で前記特定の搬送台車から前記第 1 の信号を受信し、前記特定の通信デバイスは、前記他の通信デバイスのうち、前記他の通信デバイスのそれぞれから送信された前記第 1 の信号に含まれる前記電波強度のうちの最も強い電波強度に対応する通信デバイスを介する通信経路で、前記第 2 の信号を前記特定の搬送台車に送信してもよい。

[0027] これによれば、他の通信デバイスを介する通信経路のうち、電波強度の最も強い通信経路で第 2 の信号が送信されるため、特定の搬送台車と特定の通信デバイスとの通信が成功する可能性を高めることができる。

[0028] また、本発明の一態様に係る通信デバイスは、搬送物を搬送するための複数の搬送台車と、前記搬送物が載置される複数の設備のそれぞれに、それぞれが一对一で接続されている複数の通信デバイスと、を備える搬送システムにおける通信デバイスであって、前記複数の通信デバイスは、予め互いに通

信可能に接続されており、前記通信デバイスは、前記複数の搬送台車のうちの特定の搬送台車が、前記複数の通信デバイスのうちの前記通信デバイスを最終送信先とする第1の信号を前記複数の通信デバイスに送信したときに、前記複数の通信デバイスのうちの他の通信デバイスを介する通信経路で前記特定の搬送台車から前記第1の信号を受信し、前記第1の信号は、前記特定の搬送台車が、前記通信デバイスに一对一で接続されている特定の設備との間で前記搬送物を移載するために通信される信号である。

[0029] これによれば、通信デバイスは、通信障害により特定の搬送台車から第1の信号を直接的に受信できなくても、他の通信デバイスを介する通信経路で第1の信号を間接的に受信できる。このため、搬送システムのインターロック通信における無線通信を冗長化できる。

[0030] また、前記複数の通信デバイスは、互いに有線ケーブルで接続されていてもよい。

[0031] これによれば、複数の通信デバイス間の通信を、無線接続の場合と比べて安定させることができる。

[0032] また、前記複数の通信デバイスは、3台以上の通信デバイスであり、前記第1の信号は、前記他の通信デバイスのそれぞれが前記第1の信号を前記通信デバイスに送信するための時間を特定する時間情報を含み、前記他の通信デバイスのそれぞれが、前記時間情報によって特定される時間に前記第1の信号を前記通信デバイスに送信することで、前記通信デバイスは、前記他の通信デバイスを介する通信経路で前記特定の搬送台車から前記第1の信号を受信してもよい。

[0033] これによれば、他の通信デバイスのそれぞれが同じタイミングで第1の信号を通信デバイスに送信することを抑制できるため、コリジョンの発生を抑制できる。

[0034] また、前記他の通信デバイスのそれぞれが、前記第1の信号を前記通信デバイスに送信することで、前記通信デバイスは、前記他の通信デバイスを介する通信経路で前記特定の搬送台車から前記第1の信号を受信し、前記通信

デバイスは、前記他の通信デバイスを介する通信経路で、前記第 1 の信号に対する応答信号である第 2 の信号を前記特定の搬送台車に送信してもよい。

[0035] これによれば、特定の搬送台車は、通信障害により通信デバイスから第 2 の信号を直接的に受信できなくても、他の通信デバイスを介する通信経路で第 2 の信号を間接的に受信できる。

[0036] また、前記複数の通信デバイスは、3 台以上のデバイスであり、前記第 1 の信号は、前記他の通信デバイスのそれぞれが、前記特定の搬送台車から前記第 1 の信号を受信する際の電波強度を含み、前記他の通信デバイスのそれぞれが、前記電波強度を含む前記第 1 の信号を前記通信デバイスに送信することで、前記通信デバイスは、前記他の通信デバイスを介する通信経路で前記特定の搬送台車から前記第 1 の信号を受信し、前記通信デバイスは、前記他の通信デバイスのうち、前記他の通信デバイスのそれぞれから送信された前記第 1 の信号に含まれる前記電波強度のうちの最も強い電波強度に対応する通信デバイスを介する通信経路で、前記第 2 の信号を前記特定の搬送台車に送信してもよい。

[0037] これによれば、他の通信デバイスを介する通信経路のうち、電波強度の最も強い通信経路で第 2 の信号が送信されるため、特定の搬送台車と通信デバイスとの通信が成功する可能性を高めることができる。

[0038] また、前記通信デバイスは、前記複数の搬送台車のうちの特定の搬送台車が、前記複数の通信デバイスのうちの前記通信デバイスとは異なる特定の通信デバイスを最終送信先とする前記第 1 の信号を前記複数の通信デバイスに送信したときに、前記特定の搬送台車から受信した前記第 1 の信号を前記特定の通信デバイスへ送信してもよい。

[0039] これによれば、通信デバイスは、特定の搬送台車から自身宛でない第 1 の信号を受信した場合には、当該第 1 の信号を特定の通信デバイスへ送信（転送）する。つまり、特定の通信デバイスは、通信障害により特定の搬送台車から第 1 の信号を直接的に受信できなくても、通信デバイスを介する通信経路で第 1 の信号を間接的に受信できる。このため、搬送システムのインター

ロック通信における無線通信を冗長化できる。

[0040] また、本発明の一態様に係る通信方法は、搬送物を搬送するための複数の搬送台車と、前記搬送物が載置される複数の設備のそれぞれに、それぞれが一对一で接続されている複数の通信デバイスと、を備える搬送システムの通信方法であって、前記通信方法は、（d）前記複数の搬送台車のうちの特定の搬送台車が、前記複数の通信デバイスのうちの特定の通信デバイスを最終送信先とする第1の信号を前記複数の通信デバイスと前記複数の搬送台車のうちの他の搬送台車との少なくともいずれかに送信するステップと、（e）前記特定の通信デバイスが、前記複数の通信デバイスのうちの他の通信デバイスを介する通信経路及び前記他の搬送台車を介する通信経路のうちの少なくともいずれかにより前記第1の信号を受信するステップと、を含み、前記第1の信号は、前記特定の搬送台車が、前記特定の通信デバイスに一对一で接続されている特定の設備との間で前記搬送物を移載するために通信される信号である。

[0041] これによれば、特定の通信デバイスは、通信障害により特定の搬送台車から第1の信号を直接的に受信できなくても、他の通信デバイスを介する通信経路及び他の搬送台車を介する通信経路のうちの少なくともいずれかで第1の信号を間接的に受信できる。このため、搬送システムのインターロック通信における無線通信を冗長化できる。

発明の効果

[0042] 本発明に係る通信方法等によれば、搬送システムのインターロック通信における無線通信を冗長化できる。

図面の簡単な説明

[0043] [図1]図1は、実施の形態1に係る搬送システムの概要を示す外観図である。
[図2]図2は、実施の形態1に係る搬送システム及び半導体製造装置の機能構成を示すブロック図である。
[図3]図3は、実施の形態1に係る搬送システムの適用例を示す図である。
[図4]図4は、実施の形態1に係る搬送システムの通信方法の第1例を示すシ

ーケンス図である。

[図5]図5は、実施の形態1に係る搬送システムの通信方法の第2例を示すシーケンス図である。

[図6]図6は、実施の形態1に係る搬送システムの通信方法の第3例を示すシーケンス図である。

発明を実施するための形態

[0044] 以下、実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。

[0045] 以下で説明する実施の形態は、いずれも本発明の好ましい一具体例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、本発明の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、より好ましい形態を構成する任意の構成要素として説明される。なお、同一の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略する場合がある。

[0046] (実施の形態1)

以下、実施の形態1について、図1から図6を用いて説明する。

[0047] 図1は、実施の形態1に係る搬送システム1の概要を示す外観図である。なお、図1は模式図であり、各構成の実際のサイズは図1に示されるものに限らない。

[0048] 搬送システム1は、搬送物を移載するためのシステムであり、搬送物を搬送するための複数の搬送台車と、搬送物が載置される複数の設備のそれぞれに、それぞれが一对で接続されている複数の通信デバイスと、複数の搬送台車が走行するための走行ルート2と、を備える。なお、図1には、複数の搬送台車のうちの1つの搬送台車30を示している。また、図1には、半導体製造装置50も示している。本実施の形態では、半導体製造装置50は、搬送システム1の構成要素ではないが、搬送システム1の構成要素として含まれていてもよい。

- [0049] 本実施の形態では、設備は、載置ポートである。図1には、複数の通信デバイス10a～10d及び複数の載置ポート20a～20dを示している。通信デバイス10aと載置ポート20aとは一対一に接続され、通信デバイス10bと載置ポート20bとは一対一に接続され、通信デバイス10cと載置ポート20cとは一対一に接続され、通信デバイス10dと載置ポート20dとは一対一に接続されている。なお、以下では、複数の通信デバイスのそれぞれを通信デバイス10とも呼び、複数の載置ポートのそれぞれを載置ポート20とも呼ぶ。本実施の形態では、複数の通信デバイス10は、3台以上の通信デバイス10である。
- [0050] 図1に示される半導体製造装置50は、半導体ウエハを加工する装置であり、半導体ウエハが格納されたFOUP (Front Opening Unified Pod) 100を搬入及び搬出するためのFOUP搬入搬出口51を備える。なお、FOUP 100は、搬送システム1により搬送される搬送物に相当する。
- [0051] 載置ポート20は、搬送物であるFOUP 100が載置されるポートであり、半導体製造装置50のFOUP搬入搬出口51付近に配置されて、半導体製造装置50との間でFOUP 100を受け渡しする。また、載置ポート20は、搬送台車30との間で、FOUP 100を移載する。例えば、載置ポート20は、有線ケーブルを介して、通信デバイス10との間で信号を送受信する。ここでは、1つの半導体製造装置50に対して、例えば4つの載置ポート20が設けられており、各載置ポート20は、1つの通信デバイス10と一対一に接続されている。このため、1つの半導体製造装置50と複数（ここでは4つ）の通信デバイス10とが複数（ここでは4つ）の載置ポート20を介して接続されることになる。
- [0052] 搬送台車30は、載置ポート20との間でFOUP 100を移載し、走行ルート2に沿って搬送する台車であり、内部にFOUP 100を把持する把持部31を備える。把持部31は、例えば昇降可能に設けられており、FOUP 100を載置ポート20との間で移載する際には、載置ポート20付近

まで降下される。なお、把持部 31 は、水平方向に移動可能に設けられていてもよい。

[0053] 通信デバイス 10 は、載置ポート 20 と搬送台車 30 との間の搬送物を移載するために通信される信号、具体的には、インターロック処理に係る信号（第 1 の信号、及び、第 1 の信号に対する応答信号である第 2 の信号）の送受信を仲介する通信装置である。第 1 の信号及び第 2 の信号は、例えばパケットである。インターロック処理とは、特定の条件が成立しないと他の動作ができなくなるような処理である。搬送システム 1 においてインターロック処理が行われることで、搬送台車 30 より F O U P 1 0 0 を載置ポート 20 に移載する際に、特定の条件が成立しないと次の工程には移行しないようにできる。特定の条件とは、例えば、特定の搬送台車 30 が、F O U P 1 0 0 の移載を行いたい特定の載置ポート 20 へ現在移載を行える状態にあるかを確認させる指示（インターロック処理の実行コマンド）を含む第 1 の信号を送信し、特定の載置ポート 20 から現在移載を行える状態にあることを示す応答（インターロック処理の実行コマンドに対する応答）を含む第 2 の信号を受信できたといった条件である。これにより、特定の搬送台車 30 から特定の載置ポート 20 への F O U P 1 0 0 の移載を安全かつ確実に行うことができる。通信デバイス 10 は、搬送台車 30 と載置ポート 20 との間の第 1 の信号及び第 2 の信号のやり取りを仲介する。例えば通信デバイス 10 は、有線ケーブルを介して、載置ポート 20 との間でインターロック処理に係る第 1 の信号及び第 2 の信号を送受信する。なお、通信デバイス 10 と載置ポート 20 とは、無線で当該信号の送受信をしてもよい。例えば、通信デバイス 10 は、半導体製造装置 50 の床側に設置されている。

[0054] また、通信デバイス 10 は、搬送台車 30 との間でインターロック処理に係る第 1 の信号及び第 2 の信号を無線で送受信する。なお、通信デバイス 10 と搬送台車 30 との通信は、アクセスポイント等を介して間接的に行われてもよいし、アクセスポイント等を介さずに直接的に行われてもよい。

[0055] また、複数の通信デバイス 10 a ~ 10 d は、予め互いに通信可能に接続

されており、複数の通信デバイス10a～10d間でインターロック処理に係る第1の信号及び第2の信号を送受信する。例えば、複数の通信デバイス10a～10dは、互いに有線ケーブルで接続されている。例えば、複数の通信デバイス10a～10d間は、有線LAN(Local Area Network)、RS232C又はUSB(Universal Serial Bus)等により接続されている。これにより、複数の通信デバイス10a～10d間の通信を、無線接続の場合と比べて安定させることができる。なお、複数の通信デバイス10a～10dは、互いに無線で接続されていてもよい。

[0056] 次に、本実施の形態の搬送システム1及び半導体製造装置50の機能構成について説明する。

[0057] 図2は、実施の形態1に係る搬送システム1及び半導体製造装置50の機能構成を示すブロック図である。

[0058] まず、図2に示される搬送台車30の機能構成について説明する。図2に示されるように、搬送台車30は、機能的には、台車制御部32及び台車通信部33を含む。

[0059] 台車通信部33は、通信デバイス10とネットワークを介して通信する通信インタフェースである。台車制御部32は、通信デバイス10に一对一で接続されている設備(載置ポート20)との間で搬送物を移載するために通信される信号を台車通信部33により通信デバイス10へ送信する。具体的には、台車制御部32は、載置ポート20と搬送台車30との間で搬送物を移載するためのインターロック処理の実行コマンドを含む第1の信号を台車通信部33により通信デバイス10へ送信する。台車通信部33は、複数の通信デバイス10a～10dに対して第1の信号を例えばブロードキャストにより送信する。なお、台車通信部33は、複数の通信デバイス10a～10dのそれぞれに対して第1の信号をユニキャストにより送信してもよい。また、台車制御部32は、上記処理の実行結果であって、第1の信号に対する応答信号である第2の信号を台車通信部33により受信する。

- [0060] 台車制御部 32 は、台車通信部 33 を制御すると共に、台車通信部 33 を介して外部（通信デバイス）と通信することで搬送台車 30 を制御する処理部である。具体的には、台車制御部 32 は、第 1 の信号を台車通信部 33 に送信し、そして、台車通信部 33 から第 2 の信号を受信して（つまり、特定の載置ポート 20 が現在移載を行える状態にあるか否かを確認して）、搬送台車 30 の動作を制御する。
- [0061] 次に、図 2 に示される載置ポート 20 の機能構成について説明する。図 2 に示されるように、載置ポート 20 は、機能的には、ポート制御部 22 とインタフェース 21 とを含む。
- [0062] ポート制御部 22 は、インタフェース 21 から第 1 の信号を受信して、載置ポート 20 が現在移載を行える状態にあるか否かを確認する。また、ポート制御部 22 は、載置ポート 20 が現在移載を行える状態にあるか否かを示す第 2 の信号をインタフェース 21 に送信する。
- [0063] インタフェース 21 は、信号を入出力する入出力部であって、例えば、パラレルケーブルが備えるコネクタ（D s u b - 2 5 p i n 等）を接続するためのレセプタクルを含む。例えば、インタフェース 21 は、S E M I E 8 4 規格に基づく構成を有する。インタフェース 21 が入出力する信号は、例えば、セントロニクス、I E E E 1 2 8 4 通信規格などの方式に適合するものである。
- [0064] 次に、図 2 に示される通信デバイス 10 の機能構成について説明する。図 2 に示されるように、通信デバイス 10 は、機能的には、インタフェース 11、第 1 通信部 12、制御部 13 及び第 2 通信部 14 を含む。
- [0065] インタフェース 11 は、載置ポート 20 との間で通信するインタフェースであって、例えば、片方向で 8 b i t （双方向の合計で 1 6 b i t ）の I O ポートを含み、パラレルケーブルが接続される。インタフェース 11 の通信規格は、インタフェース 21 と同じものが用いられる。例えば、通信デバイス 10 a に着目すると、通信デバイス 10 a のインタフェース 11 と載置ポート 20 a のインタフェース 21 とが接続され、通信デバイス 10 a は、搬

送台車30と載置ポート20aとの間の第1の信号及び第2の信号のやり取りを仲介する。通信デバイス10b～10dについても同様である。このようにして、複数の通信デバイス10a～10dは、複数の載置ポート20a～20dのそれぞれに、それぞれが一对一で接続されている。

[0066] 第1通信部12は、ネットワークを介して搬送台車30と通信する通信インタフェースである。第1通信部12は、アンテナ及び無線信号の送受信回路等を含む。第1通信部12は、例えば、無線通信（例えばIEEE802.11a、b、g、n準拠の無線LAN）の無線ネットワークを介して、搬送台車30から第1の信号を受信し、搬送台車へ第2の信号を送信する。例えば、第1通信部12は、SEMI E84規格に基づく構成を有する。

[0067] 第2通信部14は、他の通信デバイス10と通信する通信インタフェースである。第2通信部14が他の通信デバイス10の第2通信部14と予め接続されることで、複数の通信デバイス10a～10dは、予め互いに通信可能に接続される。また、例えば、上述したように、複数の通信デバイス10a～10dは、互いに有線ケーブルで接続されており、第2通信部14は、当該有線ケーブルが接続されるコネクタ及び信号の送受信回路等を含む。例えば、図2に示される通信デバイス10は、通信デバイス10aであり、通信デバイス10aの第2通信部14は、通信デバイス10bの第2通信部14に接続される。第2通信部14は、第1の信号及び第2の信号を他の通信デバイス10の第2通信部14との間で送受信する。例えば、他の通信デバイス10のうちの一の通信デバイス10（通信デバイス10bなど）から受信した第1の信号及び第2の信号を他の通信デバイス10のうち他の通信デバイス10（通信デバイス10cなど）へ転送する。例えば、第2通信部14は、SEMI E84規格に基づく構成を有する。

[0068] 制御部13は、インタフェース11、第1通信部12及び第2通信部14を制御する処理部である。制御部13は、載置ポート20と搬送台車30との間でFOUP100を移載するためのインターロック処理を実行させるための処理を行う。

- [0069] 第1の信号には、特定の搬送台車30からのインターロック処理の実行コマンドの最終送信先である特定の通信デバイス10を示す宛先（例えばMAC（Media Access Control）アドレス又は論理アドレス等のアドレス情報）が含まれている。制御部13は、第1通信部12が特定の搬送台車30から受信した第1の信号に含まれている宛先が自身宛てであるか否かを確認する。また、制御部13は、第1通信部12が特定の搬送台車30から第1の信号を受信する際の電波強度（例えばRSSI（Received Signal Strength Indication））を測定する。また、制御部13は、第2通信部14が他の通信デバイス10から受信した第1の信号に含まれる電波強度を比較する。
- [0070] なお、制御部13は、プロセッサが所定のプログラムを実行することで実現されてもよいし、専用のハードウェアにより実現されてもよい。
- [0071] 次に、インターロック処理に係る信号を無線通信により行うことで発生する問題とその解決方法について図3及び図4を用いて説明する。
- [0072] 図3は、実施の形態1に係る搬送システムの適用例を示す図である。なお、図3は模式図であり、各構成の実際のサイズは図3に示されるものに限らない。
- [0073] 半導体製造工場等には、例えば、半導体製造装置50が複数設置される。例えば、図3には、半導体製造装置50a～50cを示している。図3に示される半導体製造装置50aが図1に示される半導体製造装置50に対応している。また、複数の搬送台車30として、搬送台車30a及び30bを示している。半導体製造装置50aは、載置ポート20a～20dのそれぞれとFOUP100の受け渡しを行い、半導体製造装置50bは、載置ポート20e～20hのそれぞれとFOUP100の受け渡しを行い、半導体製造装置50cは、載置ポート20i～20mのそれぞれとFOUP100の受け渡しを行う。載置ポート20a～20mのそれぞれに、複数の通信デバイス10a～10mのそれぞれが一对一で接続されている。
- [0074] 半導体製造工場等において、インターロック処理に係る信号を無線通信に

より行う場合、周囲環境等による電波の反射、複数の半導体製造装置 50 を含む様々な装置からの電波の放射、及び、電波の重ね合わせによる通信のデッドポイントの発生等により通信障害が発生する可能性があり、インターロック通信における無線通信を冗長化する必要がある。そこで、本発明では、かかる冗長化の一手段例として、複数の通信デバイス 10 をグループ単位で予め互いに通信可能に接続する。例えば、図 3 に示されるように、複数の通信デバイス 10 a ~ 10 d が予め互いに通信可能に接続されてグループ A を構成し、複数の通信デバイス 10 e ~ 10 h が予め互いに通信可能に接続されてグループ B を構成し、複数の通信デバイス 10 i ~ 10 m が予め互いに通信可能に接続されてグループ C を構成する。このように、複数の通信デバイス 10 をグループ化することによりインターロック通信における無線通信を冗長化できる。これについて、図 4 を用いて、搬送システム 1 の全体処理の具体例を示しつつ説明する。

[0075] 図 4 は、実施の形態 1 に係る搬送システム 1 の通信方法の第 1 例を示すシーケンス図である。ここでは、インターロック処理を行う特定の搬送台車 30 を搬送台車 30 a としている。また、特定の搬送台車 30 a が、FOUP 100 の移載を行う載置ポート 20 を載置ポート 20 d としている。つまり、第 1 の信号に含まれる宛先である特定の通信デバイス 10 は、載置ポート 20 d と一対一に接続されている通信デバイス 10 d となる。以下では、複数の通信デバイス 10 a ~ 10 d のうちの特定の通信デバイス 10 d を除く通信デバイス 10 を他の通信デバイス 10 a ~ 10 c と呼ぶ。

[0076] まず、複数の搬送台車 30 のうちの特定の搬送台車 30 a が、複数の通信デバイス 10 a ~ 10 d のうちの特定の通信デバイス 10 d を最終送信先とする第 1 の信号を複数の通信デバイス 10 a ~ 10 d に送信する（ステップ S11）。ここでは、特定の搬送台車 30 a は、ブロードキャストにより第 1 の信号を複数の通信デバイス 10 a ~ 10 d に送信する。図 4 に示されるように、他の通信デバイス 10 a ~ 10 c は、特定の搬送台車 30 a から第 1 の信号を受信できているが、最終送信先である通信デバイス 10 d は、通

信障害により特定の搬送台車30aから第1の信号を受信できていない。

[0077] なお、特定の搬送台車30aからブロードキャスト等により送信された第1の信号を複数の通信デバイス10e~10mも受信し得るが、複数の通信デバイス10e~10mは、第1の信号に含まれる宛先（通信デバイス10d）が、自身が属するグループB又はCに属していない通信デバイス10であることを確認して、受信した第1の信号を破棄（無視）する。

[0078] 次に、第1の信号を受信した他の通信デバイス10a~10cの各制御部13は、第1通信部12が特定の搬送台車30aから受信した第1の信号に含まれている宛先が自身宛てであるか否かを確認する（ステップS12a、ステップS12b、ステップS12c）。ここでは、当該宛先は通信デバイス10dであるため、各制御部13は、当該宛先が自身宛てでなく通信デバイス10d宛てであることを確認する。これにより、複数の搬送台車30のうちの特定の搬送台車30aが、複数の通信デバイス10a~10dのうちの他の通信デバイス10a~10cとは異なる特定の通信デバイス10dを最終送信先とする第1の信号を複数の通信デバイス10a~10dに送信したときに、他の通信デバイス10a~10cは、後述するステップS14において、それぞれ他の通信デバイス10a~10cを介する通信経路で特定の搬送台車30aから受信した第1の信号を特定の通信デバイス10dへ送信する。

[0079] また、他の通信デバイス10a~10cの各制御部13は、第1通信部12が特定の搬送台車30aから第1の信号を受信する際の電波強度を確認する（ステップS13a、ステップS13b、ステップS13c）。例えば、通信デバイス10aは第1の信号を受信する際に電波強度R1として測定し、通信デバイス10bは第1の信号を受信する際に電波強度R2として測定し、通信デバイス10cは第1の信号を受信する際に電波強度R3として測定する。そして、他の通信デバイス10a~10cの各制御部13は、測定した電波強度を第1の信号に含めるように、第1通信部12が受信した第1の信号を処理する。これにより、他の通信デバイス10a~10cのそれぞ

れが後述するステップS 1 4において送信する第1の信号は、当該受信の際の電波強度を含むことになる。

[0080] そして、通信デバイス10 aは、自身が属するグループAに属する最終送信先である通信デバイス10 dに向けて電波強度R 1を含む第1の信号を送信する。同じように、通信デバイス10 bは、通信デバイス10 dに向けて電波強度R 2を含む第1の信号を送信する。同じように、通信デバイス10 cは、通信デバイス10 dに向けて電波強度R 3を含む第1の信号を送信する。

[0081] なお、特定の搬送台車30 aが複数の通信デバイス10 a～10 dに向けて送信する第1の信号は、最終送信先である特定の通信デバイス10 dのアドレス情報の他に、特定の通信デバイス10 dと同じグループAに属する他の通信デバイス10 a～10 cのそれぞれが第1の信号を受信した際に第1の信号を特定の通信デバイス10 dに送信するための時間を特定する時間情報を含む。

[0082] 例えば、搬送システム1において、各搬送台車30及び各通信デバイス10のシステムクロックは同期している。例えば、特定の搬送台車30 aが複数の通信デバイス10 a～10 dに向けて送信する第1の信号は、時間情報として、現時刻から何秒後に第1の信号を特定の通信デバイス10 dに送信するかを示す情報を含む。具体的には、当該第1の信号は、通信デバイス10 aは現時刻から1.0 ms後、通信デバイス10 bは現時刻から1.5 ms後、通信デバイス10 cは現時刻から2.0 ms後に第1の信号を特定の通信デバイス10 dに送信させるといったコマンドを含む。

[0083] これにより、他の通信デバイス10 a～10 cのそれぞれが同じタイミングで第1の信号を特定の通信デバイス10 dに送信することを抑制できるため、コリジョンの発生を抑制できる。

[0084] このようにして、他の通信デバイス10 a～10 cのそれぞれが、第1の信号を特定の通信デバイス10 dに送信することで、具体的には、上記時間情報によって特定される時間に第1の信号を特定の通信デバイス10 dに送

信することで、特定の通信デバイス10dは、他の通信デバイス10a～10cのそれぞれから第1の信号を受信する。つまり、特定の通信デバイス10dは、他の通信デバイス10a～10cを介する通信経路で特定の搬送台車30aから第1の信号を受信する（ステップS14）。他の通信デバイス10a～10cを介する通信経路とは、特定の搬送台車30aと他の通信デバイス10a～10cとが通信する経路、及び、他の通信デバイス10a～10cと特定の通信デバイス10dとが通信する経路からなる通信経路である。つまり、他の通信デバイス10a～10cを介する通信経路は、特定の通信デバイス10dが他の通信デバイス10a～10cを介さないで直接特定の搬送台車30aと通信する経路ではない。

[0085] これにより、特定の通信デバイス10dは、通信障害により特定の搬送台車30aから第1の信号を直接的に受信できなくても、他の通信デバイス10a～10cを介する通信経路で第1の信号を間接的に受信できる。このため、搬送システム1のインターロック通信における無線通信を冗長化できる。

[0086] 特定の通信デバイス10dは、一対一に接続されている特定の載置ポート20dへ第1の信号を送信する。第1の信号を受信した載置ポート20dは、載置ポート20dが現在移載を行える状態にあるか否かを確認する。そして、載置ポート20dは、載置ポート20dが現在移載を行える状態にあるか否かを示す第2の信号を特定の通信デバイス10dに返信する。

[0087] インターロック処理では、インターロック処理の実行コマンド（つまり第1の信号）に対する応答（つまり第2の信号）を特定の搬送台車30aに返信する必要があるため、特定の通信デバイス10dは、載置ポート20dから受信した第1の信号に対する応答信号である第2の信号を特定の搬送台車30aに向けて送信する。その際に、特定の通信デバイス10dの制御部13は、他の通信デバイス10a～10cからそれぞれ送信された第1の信号に含まれる電波強度R1～R3を比較する。例えば、特定の通信デバイス10dの制御部13は、電波強度R1～R3のうち電波強度R2が最も強いと

判定する。

- [0088] 特定の通信デバイス10dは、他の通信デバイス10a～10cのうち、他の通信デバイス10a～10cのそれぞれから送信された第1の信号に含まれる電波強度R1～R3のうちの最も強い電波強度R2に対応する通信デバイス10bを介する通信経路で、第2の信号を特定の搬送台車30aに送信する。つまり、特定の通信デバイス10dは、第2の信号を通信デバイス10bへ送信し（ステップS16）、通信デバイス10bは、特定の通信デバイス10dから送信された第2の信号を特定の搬送台車30aへ送信する（ステップS17）。
- [0089] これにより、他の通信デバイス10a～10cを介する通信経路のうち、電波強度の最も強い通信経路で第2の信号が送信されるため、特定の搬送台車30aと特定の通信デバイス10dとの通信が成功する可能性を高めることができる。
- [0090] 搬送システム1の通信方法の第1例では、特定の通信デバイス10dが特定の搬送台車30aから直接的に第1の信号を受信できない場合の搬送システム1の通信方法について説明した。以下では、図5を用いて、ステップS11において特定の通信デバイス10dが特定の搬送台車30aから第1の信号を受信できた場合について説明する。
- [0091] 図5は、実施の形態1に係る搬送システム1の通信方法の第2例を示すシーケンス図である。第2例は、ステップS11において特定の通信デバイス10dが特定の搬送台車30aから第1の信号を受信できていること、及び、それに伴う特定の通信デバイス10dの動作が第1例と異なる。このため、同じ点については説明を適宜省略し、異なる点を中心に説明する。
- [0092] 特定の通信デバイス10dの制御部13は、他の通信デバイス10a～10cと同じように、第1通信部12が特定の搬送台車30から受信した第1の信号に含まれている宛先が自身宛てであるか否かを確認する（ステップS12d）。ここでは、当該宛先は通信デバイス10dであるため、特定の通信デバイス10dの制御部13は、当該宛先が自身宛てであることを確認す

る。

[0093] また、特定の通信デバイス10dの制御部13は、他の通信デバイス10a～10cと同じように、第1通信部12が特定の搬送台車30aから第1の信号を受信する際の電波強度を確認する（ステップS13d）。例えば、特定の通信デバイス10dは第1の信号を受信する際に電波強度R4として測定する。

[0094] ここで、特定の通信デバイス10dの制御部13は、測定した電波強度R4が、特定の通信デバイス10dと特定の搬送台車30aとが通信するにあたり通信障害が発生しない程度の所定の電波強度閾値以上であるか否かを判定する。

[0095] 例えば、電波強度R4が所定の電波強度閾値未満である場合、特定の通信デバイス10dと特定の搬送台車30aとが直接通信を行うと、通信障害により第1の信号及び第2の信号の送受信に失敗するおそれがある。そこで、特定の通信デバイス10dの制御部13は、電波強度R4が所定の電波強度閾値未満である場合、他の通信デバイス10a～10cから第1の信号が転送されてくるのを所定の時間待つ。所定の時間は、例えば、第1の信号に含まれている時間情報に基づいて決定される時間であってもよいし、予め決められていてもよい。以降は、第1例と同じように処理が行われる。例えば、電波強度R1～R4のうち、電波強度R4が最も強い場合には、特定の通信デバイス10dは、他の通信デバイス10a～10cを介さない通信経路で、つまり、特定の通信デバイス10dから直接、第2の信号を特定の搬送台車30aに送信する（ステップS18）。

[0096] 例えば、電波強度R4が所定の電波強度閾値以上である場合、特定の通信デバイス10dと特定の搬送台車30aとが直接通信を行っても、通信障害により第1の信号及び第2の信号の送受信に失敗する可能性は低い。そこで、特定の通信デバイス10dの制御部13は、電波強度R4が所定の電波強度閾値以上である場合、他の通信デバイス10a～10cから第1の信号が転送されてくるのを待たない。つまり、図5に示されるステップS14及び

ステップS 15での処理は行われなくてもよい。以降は、特定の通信デバイス10dは、特定の通信デバイス10dから直接、第2の信号を特定の搬送台車30aに送信する(ステップS 18)。

[0097] なお、図4及び図5を用いて説明した搬送システム1の通信方法では、特定の通信デバイス10dは、同じグループAに属する他の通信デバイス10a～10cを介する通信経路で特定の搬送台車30aから第1の信号を受信したが、他の通信デバイス10a～10cを介する通信経路とは異なる他の通信経路を介して第1の信号を受信してもよい。これについて、図3及び図6を用いて説明する。

[0098] 図6は、実施の形態1に係る搬送システム1の通信方法の第3例を示すシーケンス図である。ここでは、インターロック処理を行う特定の搬送台車30を搬送台車30aとしている。また、特定の搬送台車30aが、FOUP100の移載を行う載置ポート20を図3に示す載置ポート20mとしている。つまり、第1の信号に含まれる宛先である特定の通信デバイス10は、載置ポート20mと一対一に接続されている通信デバイス10mとなる。以下では、図3に示す複数の通信デバイス10i～10mのうちの特定の通信デバイス10mを除く通信デバイス10を他の通信デバイス10i～10kとも呼ぶ。また、複数の搬送台車30のうちの特定の搬送台車30aを除く搬送台車30を他の搬送台車30bとも呼ぶ。例えば、他の搬送台車30bは、特定の通信デバイス10mとの通信において、特定の搬送台車30aよりも通信障害が発生しにくい位置にあるとする。複数の搬送台車30は、予め互いに通信可能に接続されている。例えば、ここでは、搬送台車30a及び30bが1つのグループに属しているとする。

[0099] 第3例では、台車制御部32は、インターロック処理の実行コマンドを含む第1の信号を台車通信部33により他の搬送台車30bへ送信する機能を有する。また、台車制御部32は、特定の搬送台車30aから送信された第1の信号を台車通信部33により受信した場合に、当該第1の信号を特定の通信デバイス10mへ送信する機能を有する。第1の信号には、上述したよ

うに、最終送信先のアドレス情報が含まれているため、他の搬送台車 30 b は、第 1 の信号を特定の通信デバイス 10 へ送信することができる。

[0100] まず、複数の搬送台車 30 のうちの特定の搬送台車 30 a は、複数の通信デバイス 10 i ~ 10 m のうちの特定の通信デバイス 10 m を最終送信先とする第 1 の信号を複数の通信デバイス 10 i ~ 10 m と他の搬送台車 30 b とのうちの少なくともいずれかに送信する（ステップ S 2 1）。ここでは、特定の搬送台車 30 a は、第 1 の信号を複数の通信デバイス 10 i ~ 10 m と他の搬送台車 30 b との両方に対して、ブロードキャストにより送信する。例えば、他の通信デバイス 10 i の第 1 通信部 1 2 は、特定の搬送台車 30 a から第 1 の信号を受信できている。しかし、最終送信先である通信デバイス 10 m は、通信障害により特定の搬送台車 30 a から第 1 の信号を受信できていない。また、他の搬送台車 30 b は、特定の搬送台車 30 a から第 1 の信号を受信できている。

[0101] 次に、第 1 の信号を受信した他の搬送台車 30 b の台車制御部 3 2 は、台車通信部 3 3 が特定の搬送台車 30 a から受信した第 1 の信号に含まれている宛先を確認し（ステップ S 2 2 a）、他の通信デバイス 10 i の制御部 1 3 は、第 1 通信部 1 2 が特定の搬送台車 30 a から受信した第 1 の信号に含まれている宛先が自身宛てであるか否かを確認する（ステップ S 2 2 b）。ここでは、当該宛先は通信デバイス 10 m であるため、台車制御部 3 2 は当該宛先が通信デバイス 10 m 宛てであることを確認し、制御部 1 3 は、当該宛先が自身宛てでなく通信デバイス 10 m 宛てであることを確認する。これにより、他の搬送台車 30 b 及び他の通信デバイス 10 i は、後述するステップ S 2 4 において、それぞれ他の搬送台車 30 b 及び他の通信デバイス 10 i を介する通信経路で特定の搬送台車 30 a から受信した第 1 の信号を特定の通信デバイス 10 m へ送信する。

[0102] また、他の搬送台車 30 b の台車制御部 3 2 は、台車通信部 3 3 が特定の搬送台車 30 a から第 1 の信号を受信する際の電波強度を確認し（ステップ S 2 3 a）、他の通信デバイス 10 i の制御部 1 3 は、第 1 通信部 1 2 が特

定の搬送台車 30 a から第 1 の信号を受信する際の電波強度を確認する（ステップ S 23 b）。例えば、他の搬送台車 30 b は第 1 の信号を受信する際に電波強度 R 5 として測定し、他の通信デバイス 10 i は第 1 の信号を受信する際に電波強度 R 6 として測定する。そして、他の搬送台車 30 b の台車制御部 32 は、測定した電波強度 R 5 を第 1 の信号に含めるように、台車通信部 33 が受信した第 1 の信号を処理する。また、他の通信デバイス 10 i の制御部 13 は、測定した電波強度 R 6 を第 1 の信号に含めるように、第 1 通信部 12 が受信した第 1 の信号を処理する。これにより、他の搬送台車 30 b 及び他の通信デバイス 10 i のそれぞれが後述するステップ S 24 において送信する第 1 の信号は、当該受信の際の電波強度を含むことになる。

[0103] そして、他の搬送台車 30 b は、最終送信先である通信デバイス 10 m に向けて電波強度 R 5 を含む第 1 の信号を送信する。また、通信デバイス 10 i は、自身が属するグループ C に属する最終送信先である通信デバイス 10 m に向けて電波強度 R 6 を含む第 1 の信号を送信する。

[0104] なお、図 4 で説明した第 1 例と同じように、特定の搬送台車 30 a が複数の通信デバイス 10 i ~ 10 m 及び他の搬送台車 30 b に向けて送信する第 1 の信号は、最終送信先である特定の通信デバイス 10 m のアドレス情報の他に、特定の通信デバイス 10 m と同じグループ C に属する他の通信デバイス 10 i ~ 10 k 及び特定の搬送台車 30 a と同じグループに属する他の搬送台車 30 b のそれぞれが第 1 の信号を受信した際に第 1 の信号を特定の通信デバイス 10 m に送信するための時間を特定する時間情報を含んでいてもよい。

[0105] これにより、他の通信デバイス 10 i ~ 10 k 及び他の搬送台車 30 b のそれぞれが同じタイミングで第 1 の信号を特定の通信デバイス 10 m に送信することを抑制できるため、コリジョンの発生を抑制できる。

[0106] このようにして、他の通信デバイス 10 i 及び他の搬送台車 30 b のそれぞれが、第 1 の信号を特定の通信デバイス 10 m に送信することで、特定の通信デバイス 10 m は、他の通信デバイス 10 i 及び他の搬送台車 30 b の

それぞれから第1の信号を受信する。つまり、特定の通信デバイス10mは、他の通信デバイス30iを介する通信経路と他の搬送台車30bを介する通信経路とのうちの少なくともいずれか（ここでは両方）により第1の信号を受信する（ステップS24）。他の搬送台車30bを介する通信経路とは、特定の搬送台車30aと他の搬送台車30bとが通信する経路、及び、他の搬送台車30bと特定の通信デバイス10mとが通信する経路からなる通信経路であり、特定の通信デバイス10mが直接特定の搬送台車30aと通信する経路とは別経路である。

[0107] これにより、特定の通信デバイス10mは、通信障害により特定の搬送台車30aから第1の信号を直接的に受信できなくても、他の通信デバイス10iを介する通信経路及び他の搬送台車30bを介する通信経路のうちの少なくともいずれかで第1の信号を間接的に受信できる。このため、搬送システム1のインターロック通信における無線通信を冗長化できる。

[0108] 特定の通信デバイス10mは、一対一に接続されている特定の載置ポート20mへ第1の信号を送信する。第1の信号を受信した載置ポート20mは、載置ポート20mが現在移載を行える状態にあるか否かを確認する。そして、載置ポート20mは、載置ポート20mが現在移載を行える状態にあるか否かを示す第2の信号を特定の通信デバイス10mに返信する。

[0109] 特定の通信デバイス10mは、載置ポート20mから受信した第1の信号に対する応答信号である第2の信号を特定の搬送台車30aに向けて送信する。その際に、特定の通信デバイス10mの制御部13は、他の通信デバイス10i及び他の搬送台車30bからそれぞれ送信された第1の信号に含まれる電波強度R5及びR6を比較する（ステップS25）。そして、例えば、特定の通信デバイス10mの制御部13は、電波強度R5及びR6のうち電波強度R5が最も強いと判定する。

[0110] 特定の通信デバイス10mは、電波強度R5及びR6のうちの最も強い電波強度R5に対応する他の搬送台車30bを介する通信経路で、第2の信号を特定の搬送台車30aに送信する。つまり、特定の通信デバイス10mは

、第2の信号を他の搬送台車30bへ送信し（ステップS26）、他の搬送台車30bは、特定の通信デバイス10mから送信された第2の信号を特定の搬送台車30aへ送信する（ステップS27）。

[0111] これにより、他の通信デバイス10i及び他の搬送台車30bを介する通信経路のうち、電波強度の最も強い通信経路で第2の信号が送信されるため、特定の搬送台車30aと特定の通信デバイス10mとの通信が成功する可能性を高めることができる。

[0112] （実施の形態2）

本発明の実施の形態2について説明する。本実施の形態では、予め互いに通信可能に接続された複数の通信デバイスとして、2つの通信デバイス10を備えている。このように、複数の通信デバイスは、実施の形態1で説明したような3つ以上でなくともよく、本実施の形態のように2つであってもよい。この場合、1つの通信デバイス10が特定の通信デバイス10となり、残りの他の通信デバイス10は1つになる。したがって、他の通信デバイス10が第1の信号を特定の通信デバイス10へ送信する際にコリジョンが発生するおそれがないため、第1の信号は、時間情報を含んでいなくてもよい。また、他の通信デバイス10が1つの場合、2つ以上の他の通信デバイス10間での電波強度比較をすることもできないため、第1の信号は、電波強度を含んでいなくてもよい。

[0113] （その他の実施の形態）

以上、本発明の通信方法、搬送システム1及び通信デバイス10について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したもの、及び、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせる形態も、本発明の範囲内に含まれる。

[0114] 例えば、上記実施の形態では、通信デバイス10は、半導体製造装置50の床側に設置されていたが、天井側に設置されていてもよい。この場合、半導体製造工場等における天井側に設けられた走行ルート2を走行する搬送台

車 30 と通信デバイス 10 との通信において、搬送台車 30 と通信デバイス 10 との距離が近くなり周囲環境等からの影響が減るため、電波強度を強くすることができる。ただし、本発明によれば、通信デバイス 10 と搬送台車 30 との間の電波強度が弱くても（つまり、通信障害が発生し得る状態であっても）、搬送システム 1 のインターロック通信における無線通信を冗長化できる。したがって、本発明によれば、通信デバイス 10 の設置位置に制約を設けないようにすることができるため、設置の自由度を高めることができ、かつ、通信障害についての問題も解消できる。

[0115] また、例えば、上記実施の形態では、図 1 及び図 3 に示されるように、通信デバイス 10 は、載置ポート 20 の近傍に設置されたが、載置ポート 20 と一対一に接続されていれば、近傍に設置されなくてもよい。

[0116] また、例えば、上記実施の形態では、通信デバイス 10 に一対一に接続されている設備は載置ポート 20 であったが、これに限らない。例えば、設備は、半導体製造装置 50 であってもよい。つまり、複数の通信デバイス 10 のそれぞれは、複数の半導体製造装置 50 のそれぞれと一対一に接続され、一台の通信デバイス 10 が複数の載置ポート 20 を受け持ってもよい。この場合、第 1 の信号には、最終送信先である特定の通信デバイス 10 のアドレス情報だけでなく、特定の半導体製造装置 50 における複数の載置ポート 20 のうちの移載を行う載置ポート 20 のアドレス情報等も含まれる。

[0117] また、例えば、設備は、複数の半導体製造装置 50 の集まりを 1 つの単位とする半導体製造装置 50 群であってもよい。つまり、複数の通信デバイス 10 のそれぞれは、複数の半導体製造装置 50 群のそれぞれと一対一に接続され、一台の通信デバイス 10 が複数の半導体製造装置 50 を受け持ってもよい。この場合、第 1 の信号には、最終送信先である特定の通信デバイス 10 のアドレス情報だけでなく、特定の半導体製造装置 50 群における、移載を行う載置ポート 20 が設けられた半導体製造装置 50 のアドレス情報、及び、当該載置ポート 20 のアドレス情報等も含まれる。

[0118] また、例えば、設備は、複数の載置ポート 20 の集まりを 1 つの単位とす

る載置ポート 20 群であってもよい。つまり、複数の通信デバイス 10 のそれぞれは、複数の載置ポート 20 群のそれぞれと一対一に接続されていてもよい。言い換えると、1 つの通信デバイス 10 は、複数の載置ポート 20 の集まりと一対一に接続されていてもよい。

[0119] さらに、例えば、設備は、半導体製造に関する載置ポート 20 又は半導体製造装置 50 等でなくてもよい。例えば、設備は、半導体製造と関係のないものであってもよく、置き台等であってもよい。

[0120] また、例えば、上記実施の形態では、第 1 の信号は、他の通信デバイス 10 のそれぞれが第 1 の信号を特定の通信デバイス 10 に送信するための時間を特定する時間情報を含んでいたが、含んでいなくてもよい。

[0121] また、例えば、上記実施の形態では、第 1 の信号は、他の通信デバイス 10 のそれぞれが、特定の搬送台車 30 から第 1 の信号を受信する際の電波強度を含んでいたが、含んでいなくてもよい。この場合、例えば、特定の通信デバイス 10 は、第 1 の信号を特定の通信デバイス 10 へ送信した他の通信デバイス 10 のそれぞれを介する通信経路で、第 2 の信号を特定の搬送台車 30 に送信してもよい。つまり、特定の通信デバイス 10 は、電波強度に関係なく、特定の搬送台車 30 との直接通信に成功している全ての通信デバイス 10 のそれぞれの通信経路で第 2 の信号を特定の搬送台車 30 に送信してもよい。この場合、第 2 の信号は、他の通信デバイス 10 のそれぞれが第 2 の信号を特定の搬送台車 30 に送信するための時間を特定する時間情報を含み、他の通信デバイス 10 のそれぞれが、当該時間情報によって特定される時間に第 2 の信号を特定の搬送台車 30 に送信してもよい。これにより、他の通信デバイス 10 のそれぞれが同じタイミングで第 2 の信号を特定の搬送台車 30 に送信することを抑制できるため、コリジョンの発生を抑制できる。

[0122] また、例えば、上記実施の形態における第 3 例では、特定の搬送台車 30 は、第 1 の信号を複数の通信デバイス 10 及び他の搬送台車 30 の両方に送信したが、複数の通信デバイス 10 に送信せずに、他の搬送台車 30 にのみ

送信してもよい。

[0123] また、例えば、上記実施の形態における第3例では、他の搬送台車30は、1つの搬送台車30bのみであったが、複数あってもよい。この場合、第1の信号を受信した複数の他の搬送台車30の台車制御部32は、台車通信部33が特定の搬送台車30aから受信した第1の信号に含まれている宛先を確認し、複数の他の搬送台車30の台車制御部32は、台車通信部33が特定の搬送台車30aから第1の信号を受信する際の電波強度を確認し、特定の通信デバイス10mは、他の通信デバイス30iを介する通信経路と複数の他の搬送台車30を介する通信経路のうちの少なくともいずれかにより第1の信号を受信する。

[0124] また、例えば、搬送システム1の通信方法におけるステップは、コンピュータ（コンピュータシステム）によって実行されてもよい。そして、本発明は、それらの方法に含まれるステップを、コンピュータに実行させるためのプログラムとして実現できる。さらに、本発明は、そのプログラムを記録したCD-ROM等である非一時的なコンピュータ読み取り可能な記録媒体として実現できる。

[0125] 例えば、本発明が、プログラム（ソフトウェア）で実現される場合には、コンピュータのCPU、メモリ及び入出力回路等のハードウェア資源を利用してプログラムが実行されることによって、各ステップが実行される。つまり、CPUがデータをメモリ又は入出力回路等から取得して演算したり、演算結果をメモリ又は入出力回路等に出力したりすることによって、各ステップが実行される。

[0126] また、上記実施の形態の搬送システム1に含まれる複数の構成要素は、それぞれ、専用又は汎用の回路として実現されてもよい。これらの構成要素は、1つの回路として実現されてもよいし、複数の回路として実現されてもよい。

[0127] また、上記実施の形態の搬送システム1に含まれる複数の構成要素は、集積回路（IC: Integrated Circuit）であるLSI（L

arge Scale Integration) として実現されてもよい。これらの構成要素は、個別に 1 チップ化されてもよいし、一部又は全てを含むように 1 チップ化されてもよい。LSI は、集積度の違いにより、システム LSI、スーパー LSI 又はウルトラ LSI と呼称される場合がある。

[0128] また、集積回路は LSI に限られず、専用回路又は汎用プロセッサで実現されてもよい。上述したように、プログラム可能な FPGA、又は、LSI 内部の回路セルの接続及び設定が再構成可能なリプログラマブル・プロセッサが、利用されてもよい。

[0129] さらに、半導体技術の進歩又は派生する別技術により LSI に置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて、搬送システム 1 に含まれる各構成要素の集積回路化が行われてもよい。

[0130] その他、実施の形態に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で各実施の形態における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

産業上の利用可能性

[0131] 本発明は、無線通信によりインターロック処理を行う搬送システム等に利用可能である。

符号の説明

- [0132]
- 1 搬送システム
 - 2 走行ルート
 - 10、10a～10m 通信デバイス
 - 11、21 インタフェース
 - 12 第1通信部
 - 13 制御部
 - 14 第2通信部
 - 20、20a～20m 載置ポート（設備）
 - 22 ポート制御部
 - 30、30a、30b 搬送台車

- 3 1 把持部
- 3 2 台車制御部
- 3 3 台車通信部
- 5 0、5 0 a～5 0 c 半導体製造装置
- 5 1 F O U P 搬入搬出口
- 1 0 0 F O U P