

SEMI D51-0709

FPD 製造における枚葉搬送のためのハンドシェークの仕様

本スタンダードは、global Flat Panel Display – Factory Automation Committee で技術的に承認されている。現版は 2009 年 5 月 13 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2009 年 6 月に www.semi.org で、そして 2009 年 7 月に CD-ROM で入手可能となる。初版は 2008 年 3 月に発行された。

1 目的

1.1 FPD製造において基板サイズがより大きなものへと移行することにより、広範囲に自動材料搬送システム (AMHS) やロボット、コンベア等を組み合わせて枚葉基板を搬送するニーズが高まっている。一方、枚葉基板搬送のハンドシェークは、各 FPD 工場において異なる仕様が用いられ、枚葉基板搬送部におけるコスト上昇、納期やテストの遅延と言った諸問題を発生させる一要因となっている。このような諸問題を解決するために、プロセス装置へ枚葉基板を搬送するためのハンドシェークが定義されなければならない。

1.2 本仕様の目的は、FPD 工場ごとに異なっている枚葉基板搬送時の基板搬送のためのハンドシェーク方法を標準化することで、装置設計、製造、設置時のさまざまな効率向上とコスト低減といった効果を得ることである。

2 範囲

2.1 本スタンダードの適用範囲は、枚葉基板搬送システムとプロセス装置との間の枚葉基板の搬送動作に関連したハンドシェークに制限されている。具体例としては、プロセス装置と枚葉基板搬送システム、枚葉基板搬送システムとバッファの間等の枚葉基板の搬送を挙げられる。

2.2 枚葉基板搬送時のハンドシェーク仕様には、次が含まれる。

- 信号の規定 (¶7.1 参照)
- 枚葉基板搬送シーケンスの規定 (¶7.2 参照)
- タイムアウトエラー検出のためのガイドライン (¶7.3 および ¶7.4 参照)

2.3 本スタンダードで定義する枚葉基板搬送ハンドシェークは、枚葉基板搬送システムがプロセス装置に枚葉基板を受け渡す際のハンドシェークと、枚葉基板搬送システムからプロセス装置が枚葉基板を受け取る際のハンドシェークの基本となる信号と、その意味づけや扱い方である。

2.4 本スタンダードで定義する枚葉基板搬送ハンドシェークは、プロセス装置同士の枚葉基板の搬送に適用してもよい。

NOTICE: This standard does not purport to address safety issues, if any, associated with its use. It is the responsibility of the users of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory or other limitations prior to use.

注意: このスタンダードはその使用に関連したすべての安全問題を取り扱うことを意図していない。このスタンダードの使用者は、その責任において、適切な安全および健康上実施すべき事柄を確立し、また使用前に法規制やその他の制限への適用性を判断するものである。

3 制限

3.1 本文書は、各ハンドシェーク信号の制御手順を規定するものであり、搬送機構の動作と各ハンドシェーク信号の関係を規定するものではない。

3.2 各ハンドシェーク信号の物理的な配置、電気的な仕様に関しては、本文書では規定しない。

3.3 枚葉基板搬送システムとプロセス装置の間を搬送される枚葉基板のプロセスデータ等のデータの伝達に関しては、本文書では規定しない。

3.4 枚葉基板搬送のハンドシェーク信号は、エラー発生時の回復手順を必要とする。しかし、エラー回復手順は装置ごとに回復の手順が異なり、作業者の補助を必要とする場合もある。したがって、エラー回復手順については本文書では規定しない。

3.5 本文書にて定義される信号の状態は論理的な状態であり、実装時の論理設計については本文書では規定しない。

4 背景説明

4.1 FPD工場においては、ガラス基板の大型化に伴い、工程の枚葉基板搬送化の要求が高まりつつある。枚葉基板の搬送は図 1「枚葉基板搬送システムと装置間の制御構造の例」のような仕組みで実現されるものと考えられるが、枚葉基板搬送システムとプロセス装置間の枚葉基板搬送のハンドシェーク方法が明確に規定されていない。そこで、本スタンダードでは、枚葉基板搬送システムとプロセス装置間で枚葉基板を搬送する際のハンドシェーク方法を定義することとした。

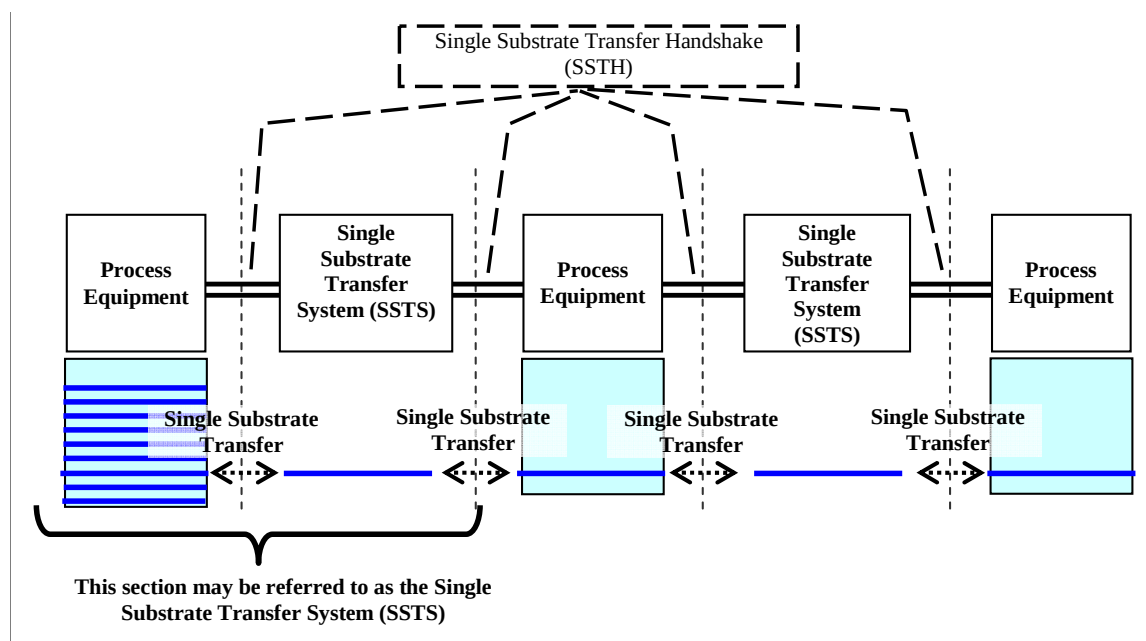


図 1
枚葉基板搬送システムと装置間の制御構造の例

5 参照スタンダードおよび文書

5.1 SEMIスタンダード

SEMI D44 — Specification for Reference Position of Single Substrate for Handling Off On Tool

NOTICE: Unless otherwise indicated, all documents cited shall be the latest published versions.

注意： 別途指示のない場合、引用されたすべての文書は最新の出版バージョンである。

6 用語

6.1 定義

- 6.1.1 プロセス装置 (process equipment) — FPD製造に利用される加工装置、検査装置およびバッファ装置等。
- 6.1.2 受け側装置 (receiver) — 枚葉基板搬送において、基本的に枚葉基板を受け取る側となる機器または装置。
- 6.1.3 送り側装置 (sender) — 枚葉基板搬送において、基本的に枚葉基板を送り出す側となる機器または装置。

6.1.4 枚葉基板 (single substrate) — 一枚単位で工場内を搬送されるガラス基板。

6.1.5 枚葉基板搬送 (single substrate transfer) — 枚葉基板搬送システムとプロセス装置の間で枚葉基板を受け渡すための搬送。図 2 は、枚葉基板搬送の一例を示す。

6.1.6 枚葉基板搬送ハンドシェーク (single substrate transfer handshake) — プロセス装置と枚葉基板搬送システムの間で枚葉基板を搬送するために必要となる信号の授受。

6.1.7 枚葉基板搬送システム (single substrate transfer system) — あるプロセス装置から別のプロセス装置へと枚葉基板を搬送していくための基板搬送機能を有する機器および制御機構。

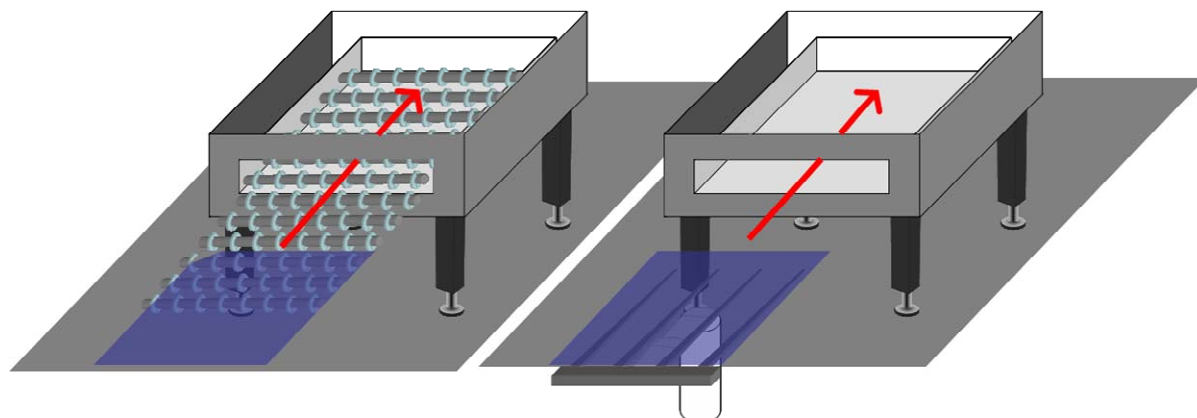


図 2
枚葉基板搬送の例

7 枚葉基板搬送の際の枚葉基板搬送ハンドシェーク

7.1 信号定義 — 枚葉基板搬送ハンドシェークでは、以下の信号を利用するものとする。これらの信号はプロセス装置、枚葉基板搬送システムの双方が準備し、枚葉基板の搬送を滞りなく実施するために利用するものとする。

VALID	ハンドシェーク有効信号 (基本信号)
R_REQ (Receive_Request)	枚葉基板受入要求 (基本信号)
S_REQ (Send_Request)	枚葉基板送出要求 (基本信号)
BUSY	搬送開始, 搬送実施中 (基本信号)
COMPT (Complete)	搬送完了 (基本信号)
RESERVE n	予備信号 (オプション信号)
HS_RST n (Handshake_Reset)	ハンドシェークリセット信号 (オプション信号)
PAUSE	一時停止信号 (オプション信号)

注 1: R_REQ, S_REQ 信号は、受け側、送り側の双方がそれぞれを持ち、それぞれの状況に応じて搬送要求を提示するために利用する。

注 2: 基本信号は必須であり、オプション信号は必要に応じて使用することができる。

7.1.1 基板搬送ハンドシェーク割当て信号 — 表 1 は、枚葉基板搬送の際の枚葉基盤搬送ハンドシェークに必要な信号を示す。表 1「枚葉基板搬送における枚葉基板搬送ハンドシェークのための信号」が規定するのは、信号名と記述である。記述の中では、信号の意味および信号レベルの指示、コメントを記述する。

表 1 枚葉基板搬送における枚葉基板搬送ハンドシェークのための信号

信号名	記述
VALID	枚葉基板搬送ハンドシェークの各信号が有効であることを示す。本信号が ON でなければ、以下のすべての信号は有効でない。 ON: 枚葉基板搬送ハンドシェーク信号は有効である。 OFF: 枚葉基板搬送ハンドシェーク信号は無効である。
R_REQ (Receive Request)	自装置側に枚葉基板を一枚受入可能となったことを示す。本信号は、自装置への枚葉基板受入要求または枚葉基板受入可能状態を示す。 ON: 枚葉基板が一枚受入可能である。 OFF: 枚葉基板を受入可能な状態ではない。 この信号が ON になるのは、VALID 信号が ON で、自装置に基板が受入可能なときである。 この信号が OFF になるのは、自装置への基板が受入不可能なとき、または、枚葉基板搬送が完了し、基板受入要求が完遂されたことを示すときである。 しかし、通常シーケンスにおいては、どちらかの装置の BUSY 信号(または RESERVE 信号)が ON した後、COMPT 信号が ON するまでは R_REQ の ON 状態を保持しなければならない。 R_REQ 信号が ON している場合、相手側装置の S_REQ 信号が ON になることで、双方の基板搬送条件が合致することとなり、搬送を開始することができる。
S_REQ (Send Request)	自装置から枚葉基板を一枚送出可能となったことを示す。本信号は、自装置からの枚葉基板送出要求または枚葉基板送出可能状態を示す。 ON: 枚葉基板が一枚送出可能である。 OFF: 枚葉基板を送出可能な状態ではない。 この信号が ON になるのは、VALID 信号が ON で自装置から基板が送出可能なときである。 この信号が OFF になるのは、自装置から基板が送出不可能な時、または枚葉基板搬送が完了し、基板送出要求が完遂されたことを示すときである。 しかし、通常シーケンスにおいては、どちらかの装置の BUSY 信号(または RESERVE 信号)が ON した後、COMPT 信号が ON するまでは S_REQ の ON を保持しなければならない。 S_REQ 信号が ON している場合、相手側装置の R_REQ 信号が ON になることで、双方の基板搬送条件が合致することとなり、搬送を開始することができる。
BUSY	枚葉基板搬送のために自装置内の機構を駆動中、または枚葉基板搬送中であることを示す。 ON: 枚葉基板搬送のために搬送機構を駆動中、または枚葉基板を搬送中である。 OFF: 搬送機構を駆動中でない、または枚葉基板を搬送中でない。 この信号が ON になるのは、自装置が搬送機構を動作させるタイミングである。 この信号が OFF になるのは、自装置が搬送機構を停止させるタイミングである。
COMPT (Complete)	枚葉基板搬送ハンドシェークを完了したことを示す。 ON: 枚葉基板搬送ハンドシェークは完了している。 OFF: 枚葉基板搬送ハンドシェークは完了していない。 この信号が ON になるのは、自装置が一連の基板搬送動作を完了しようとするときであり、相手装置も基板搬送動作を終えたときである。 この信号が OFF になるのは、相手側装置が搬送要求を取り下げた(S_REQ または R_REQ が OFF になった)ことを確認した後である。
RESERVE n (オプション)	基板搬送機構によっては、上記の基本信号だけでは搬送動作を進められない場合や、基本信号以外の信号も用いて搬送指示を行わなければならない場合がある。 そのような場合のために、オプションとして、RESERVE n(n=1...)信号を用意することで、搬送の進捗管理ができるようにしている。 RESERVE n の信号の割り当てについては、プロセス装置と枚葉基板搬送システムの間で基板搬送機構に応じて個別に定義するものとする。

信号名	記述
PAUSE (オプション)	ハンドシェークの実行を一時的に中止することを示す信号。 ON: 枚葉基板搬送およびハンドシェークを一時停止する。 OFF: 枚葉基板搬送およびハンドシェークを一時停止しない。 枚葉基板搬送およびそのハンドシェークを一時停止させるための信号。 一時停止の際の各搬送機器の停止方法や一時停止解除の際の再起動の方法については、プロセス装置と枚葉基板搬送システムの間で基板搬送機構の実情に応じて個別に定義するものとする。
HS_RST n (オプション)	基板の破損や搬送機器の故障等の問題で枚葉基板搬送が中断した場合、実行中のハンドシェークを中断して、一から再度開始しなければならないことがある。 そのような場合のために、オプションとして HS_RST n (n-1...) 信号を用意し、搬送の中断となった原因を除外した後、適宜なタイミングでハンドシェークをリセットするための信号。 HS_RST n の信号の割り当てやリセットの手法やタイミング、ハンドシェークの再開の方法については、プロセス装置と枚葉基板搬送システムの間で基板搬送機構に応じて個別に定義するものとする。

7.2 枚葉基板搬送シーケンス — この仕様に適合する枚葉基板搬送ハンドシェークの信号は、これらのシーケンスに従わなければならない。枚葉基板搬送ハンドシェークのタイムダイアグラムの信号状態の表現方法を図 3 に示す。図 4 は、送り側から受け側へ枚葉基板を搬送する場合のハンドシェークの一例である。

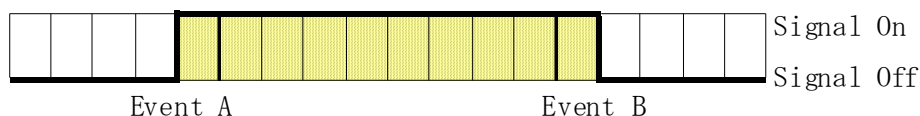


図 3
タイムダイアグラム信号状態

7.2.1 枚葉基板搬送ハンドシェークシーケンス — 本スタンダードで規定した信号を基板搬入出のハンドシェークシーケンスにどのように利用するか の典型例を記す。以下は、枚葉基板をコンベアで搬送する枚葉基板搬送システムにおいて、送り側から受け側へ一枚の基板を搬送する場合のハンドシェークシーケンスのタイムダイアグラムである。

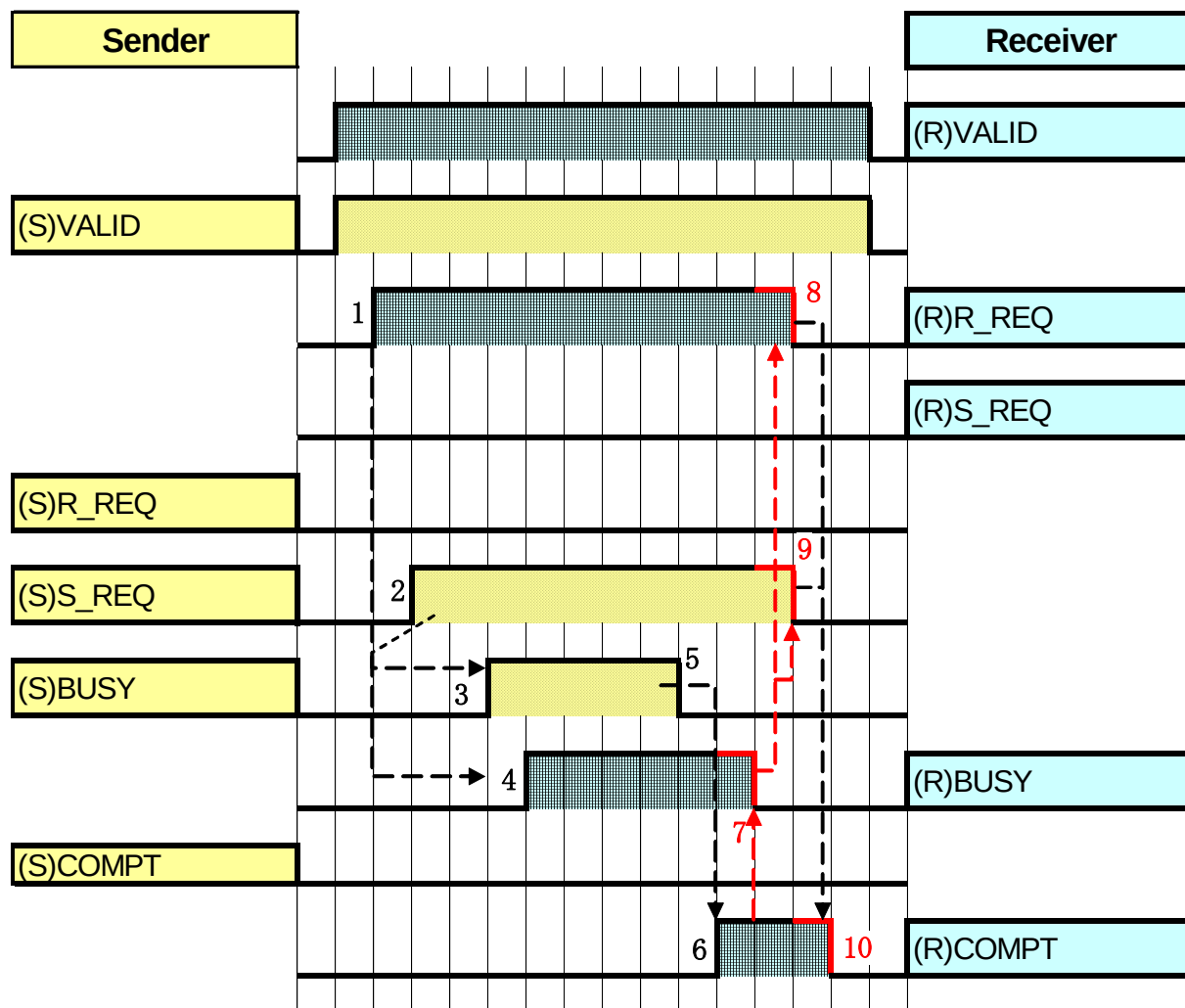


図 4
枚葉基板搬送シーケンス

7.2.2 図 4 に示されている基板搬送作業の手順は、以下の通りである。尚、文中、表中の信号名の前の (S) および (R) は、それぞれ送り側 (Sender)、受け側 (Receiver) の信号であることを意味している。ただし、これはハンドシェークの一例であり、実際のハンドシェークは枚葉基板搬送システムの基板の搬送機構に強く依存するため、ハンドシェークの内容が異なる場合もある。

- 1) 「送り側」で送出したい枚葉基板が発生した。「送り側」は送出したい枚葉基板があることを示す「(S) S_REQ」信号を ON する。
- 2) 「受け側」が枚葉基板を受入可能な状態となった。「受け側」が枚葉基板を受入可能な状態であることを示す「(R) R_REQ」信号を ON する。

注 3: 搬送要求は順次発生するものではないため、1), 2) は、その順序通りに発生するものではない。2) が発生してから 1) が発生する場合もある。

- 3) 双方の対応する REQ 信号が ON したことで、「送り側」から「受け側」への基板搬送条件が成立したことを認識し、「(S) BUSY」信号を ON して、「送り側」が基板搬送動作を開始する。「送り側」は自装置の「(S) S_REQ」と相手側の「(R) R_REQ」が互いに ON になっていることを認識し、基板搬送が可能であると認識する。「送り側」は動作を開始することを「(S) BUSY」信号にて通知する。
- 4) 「受け側」も基板搬送動作を開始する。「受け側」は、「送り側」の「(S) BUSY」信号が ON になったことを確認し、「(R) BUSY」信号を ON にして、自装置側の受け取り作業を開始する。

注 4: 本例においては、送り側の動作を確認してから受け側が動作するという枚葉基板の搬送機構を前提としている。「受け側」が動作したことを確認してから「送り側」が動作するという搬送機構に対するハンドシェークでは、3)と 4)の内容は異なるものとなる。

- 5) 「送り側」が基板の搬送を完了する。「送り側」は、自身の駆動装置による搬送を終えたことを認識し、「(S) BUSY」信号を OFF にする。
- 6) 「受け側」は基板の受取を完了したことを示す。「受け側」は、受け側への枚葉基板の受入が完了したことを確認し、「(R) COMPT」信号を ON にすることで、枚葉基板搬送の搬送を完了したことを示す。

注 5: 本例においては、受け側が受取の完了を確認し、通知するという枚葉基板搬送機構を前提としている。もし、送り側が搬送の完了を確認する場合、「COMPT」信号を ON するのは送り側となる。

- 7) 「受け側」は基板の搬送を完了する。「受け側」は、枚葉基板が正常に受入完了したことを確認し、搬送装置を停止し、搬送「(R) BUSY」信号を OFF にする。

注 6: 本例においては、送り側が動作を停止してから受け側が動作を停止するという枚葉基板の搬送機構を前提としている。この前提以外の搬送機構であれば、5)と 6)の内容は異なるものとなる。

- 8) 「受け側」は基板の搬送要求を完了する。「受け側」は「(R) COMPT」信号の ON、および双方の「BUSY」信号の OFF によるハンドシェーク終了を認識し、「(R) R_REQ」信号を OFF して、搬送要求を取り下げる。
- 9) 「送り側」は基板の搬送要求を完了する。「送り側」は「(R) COMPT」信号の ON、および双方の「BUSY」信号の OFF によるハンドシェーク終了を認識し、「(S) S_REQ」信号を OFF して、搬送要求を取り下げる。
- 10) 「受け側」が枚葉基板搬送ハンドシェークを完了する。「受け側」は双方の搬送要求信号が OFF したことを確認することで、基板搬送要求から始まる一連のハンドシェークシーケンスが完了したことを認識し、「(R) COMPT」信号を OFF することで、枚葉基板搬送のハンドシェークシーケンスを完了する。

注 7: 本例においては、受け側が双方の REQ 信号の OFF を確認して、COMPT 信号を ON/OFF しているが、枚葉基板の搬送機構によれば、送り側が COMPT 信号を ON/OFF することもある。そのような場合、送り、受け側で 6)～10)の内容は異なるものとなる。

7.3 タイムアウトエラー通知および検出

7.3.1 タイムアウトエラー通知の目的 — 本仕様では、動作信頼性を確保し、基板搬送トラブルを早期解決するために、枚葉基板搬送ハンドシェークにおけるタイムアウトエラーを周辺装置またはオペレータに通知する能力を持たなくてはならない。通知方法については本仕様では規定しない。

7.3.2 タイムアウトエラー検出 — 枚葉基板搬送ハンドシェークにおけるインタロックタイムアウトが要求されるのは、枚葉基板搬送システムおよびプロセス装置間の搬送シーケンスエラーを検知し、基板の破損や不要な無応答時間の発生を最低限に押さえ込むためである。この仕様が規定するのは、枚葉基板搬送システムおよびプロセス装置によって監視されるインタロックタイムアウトである。ただし、インタロックタイムアウトの監視区間やタイミング、そして異常として検知する時間は、枚葉基板搬送を実施する機構に依存するため、本仕様ではその意味合いと監視すべきことを規定するのみで、具体的な監視区間等は例示するに留めるものとする。詳細仕様については、本仕様の利用者が決定すべきものとする。

7.3.2.1 タイムアウトエラーの具体例 — ここでは、本仕様の理解を深めるためにインタロックタイムアウトエラーの具体例を示す。表 2「送り側装置 — インタロックタイムアウトタイマの例」、表 3「受け側装置:インタロックタイムアウトタイマの例」、および図 5「インタロックタイムアウトエラーの監視例」は、枚葉基板搬送システム用のインタロックタイムアウトの一実施例を示す。表 2「送り側装置 — インタロックタイムアウトタイマの例」の TSx (xは数値である) が表すのは、送り側装置が監視するタイマであり、表 3「受け側装置:インタロックタイムアウトタイマの例」の TRx (xは数値である) が表すのは、受け側装置が監視するタイマである。基本的にすべてのタイマの範囲は 1 秒から 999 秒の間である。タイマ設定値はすべてユーザがプログラム可能なものとする。タイマの範囲の下限は1秒としているが、搬送機構上、問題発生時の基板への悪影響を防ぐ必要がある場合等では、1 秒以下のタイマを規定してもよい。これらのインタロックタイムアウトは、監視区間の定義、監視時間、枚葉基板搬送システムの搬送装置の構造により多様なパターンの存在が考慮される。ここでは一般的に考えられるパターンの一例を示すが、すべての装置で本仕様に挙げたすべてのインタロックタイムアウトを規定する必要はなく、装置構成上必要となるインタロックタイムアウトのみを装備すればよい。また、監視区間の定義、監視時間に関しても、装置構成上必要となる区間、時間を定義すればよい。

表 2 送り側装置 — インタロックタイムアウトタイマの例

タイマ名	タイマ監視する区間(信号状態)	範囲(秒)
TS1	双方の REQUEST が合致 – (R) BUSY ON	1-999
TS2	双方が BUSY ON – (R) COMPT ON	1-999
TS3	(S) COMPT ON – (R) BUSY OFF	1-999
TS4	(R) BUSY OFF – (R) R_REQ OFF	1-999
TS5	(R) R_REQ OFF – (R) COMPT OFF	1-999

注 1 最小のタイマ値は、枚葉基板搬送システムの応答時間を規定しない。

注 2 これらのタイマ値は、タイムアウトを検知するために実行されなければならない。そして、信号間の遅延時間の指定を意図していない。装置の応答時間は、タイマのタイムアウトより速くなければならない。

注 3 REQUEST とは、送り側、受け側からの搬送要求である S_REQ, R_REQ の総称である。

表 3 受け側装置 — インタロックタイムアウトタイマの例

タイマ名	タイマ監視する区間(信号状態)	範囲(秒)
TR1	双方の REQUEST が合致 – (S) BUSY ON	1-999
TR2	双方が BUSY ON – (S) BUSY OFF	1-999
TR3	(R) COMPT ON – (S) S_REQ OFF	1-999

注 1 最小のタイマ値は、枚葉基板搬送システムの応答時間を規定しない。

注 2 これらのタイマ値は、タイムアウトを検知するために実行されなければならない。そして、信号間の遅延時間の指定を意図していない。装置の応答時間は、タイマのタイムアウトより速くなければならない。

注 3 REQUEST とは、送り側、受け側からの搬送要求である S_REQ, R_REQ の総称である。

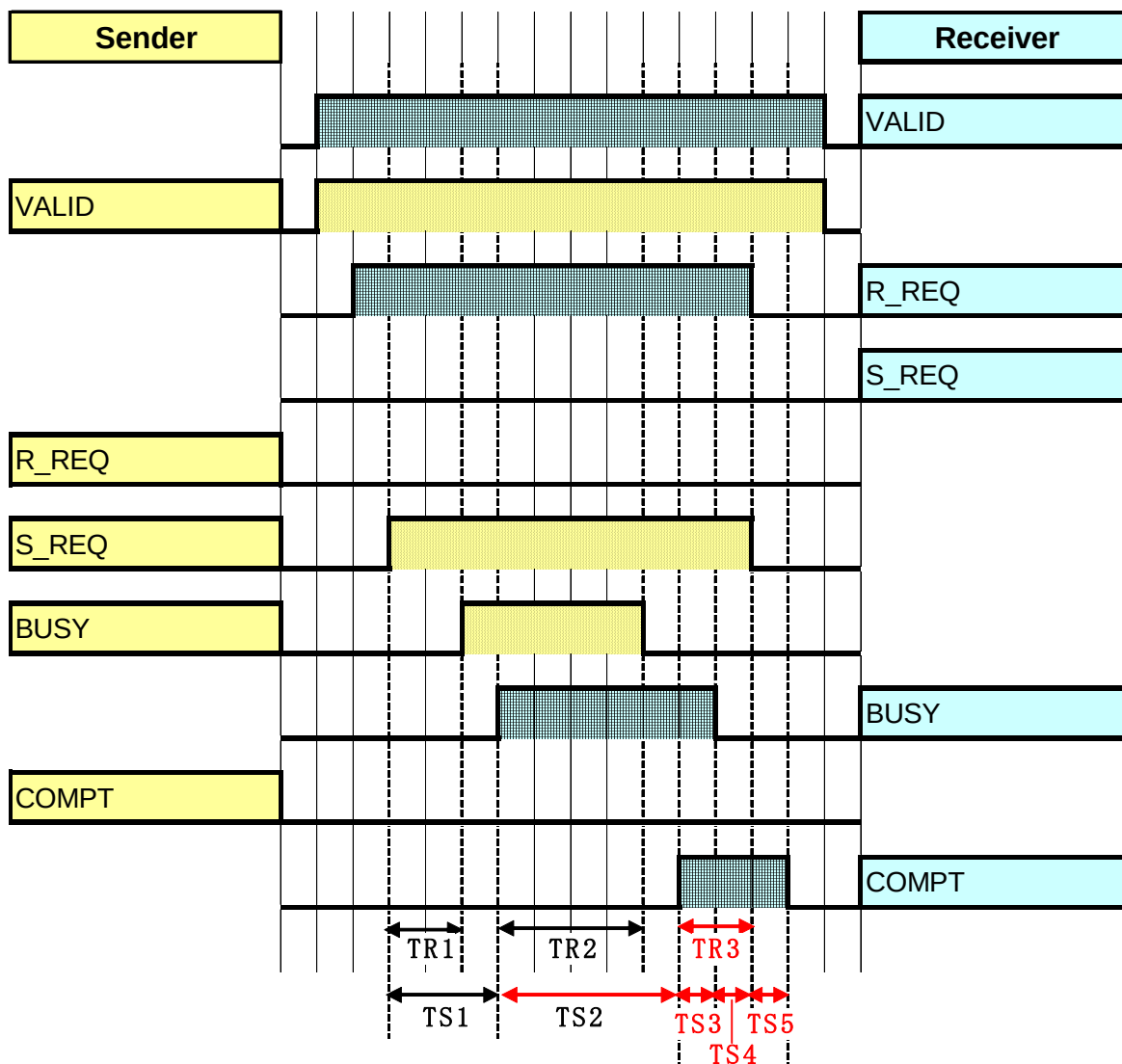


図 5
インタロックタイムアウトエラーの監視例

7.3.3 タイムアウトエラーからの回復手順 — この仕様では、タイムアウトエラーからの回復手順を規定しない。回復手順には作業者の補助が必要なことが多く、装置毎に固有の手順を要求するため、標準としての規定は行わない。枚葉基板搬送システムおよびプロセス装置の二者間において回復手順（例えば、インタロック順序の中止および再開／終了の設定）を規定することが推奨される。

7.4 コネクタタイプ、信号およびピン割当て等 — コネクタタイプ、信号およびピン割当て、信号電圧等については、この仕様で規定しない。これらのインタフェース仕様は、枚葉基板搬送システムとプロセス装置間で決めるべきであり、現時点においても多種多様なインタフェースの方法が存在し、今後の技術発展により利用すべきインタフェースは移り変わるであろうと考えられ、本仕様で物理的な問題を決定する必要がないと考えるからである。