

T/CMES XXX—2024

ICS 25.040.40

CCS N10

团 体 标 准

T/CMES XXXX—2024

半导体晶圆制造智能工厂物流调度数据通用规范

General specification of material scheduling data for
semiconductor wafer manufacturing intelligent factory
(征求意见稿)

¹ XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国机械工程学会 发布

中国机械工程学会（英文简称 CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制定中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准按《中国机械工程学会标准化管理办法》进行制定和管理。

中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考。

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不许以任何形式复制、传播该标准或用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 4 座 11 层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：www.cmes.org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

目 次

前 言.....	V
半导体晶圆制造智能工厂物流调度数据通用规范.....	6
1 范围	6
2 规范性引用文件.....	6
3 术语和定义.....	6
3.1 智能工厂 smart factory	6
3.2 晶圆 lot wafer lot	6
3.3 物流调度 material scheduling	6
3.4 系统层调度 system layer scheduling.....	6
3.5 多态作业区调度 polymorphic operation areas scheduling	7
3.6 系统层重调度 system layer rescheduling	7
4 缩略语.....	7
5 架构	7
5.1 物流调度业务过程.....	7
5.2 物流调度通用数据架构.....	8
6 生产资源要求.....	9
6.1 装备资源要求.....	9
6.2 通信资源规范要求.....	9
7 基础数据模型.....	9
7.1 基础数据描述.....	9
7.2 产品维数据描述规范.....	9
7.3 设备与辅件维数据描述规范.....	12
8 状态数据模型.....	13
8.1 物料状态信息.....	13
8.2 设备状态信息.....	13
8.3 物料质检信息.....	16
8.4 设备维保信息.....	16
9 物流调度业务过程模型.....	17
9.1 物流调度信息管理.....	17

9.2 系统层调度模型.....	17
9.3 多态作业区调度模型.....	18
9.4 系统层重调度模型.....	19
图 5-1 半导体晶圆制造智能工厂物流调度业务过程.....	8
图 5-2 半导体晶圆制造智能工厂物流调度通用数据架构.....	8
图 7-1 数据描述模型.....	9
表 7-1 订单信息表.....	10
表 7-2 产品信息表.....	10
表 7-3 晶圆物料基本信息表.....	11
表 7-4 产品工艺路线信息表.....	11
表 7-5 工艺制程信息表.....	12
表 7-6 设备基本信息表.....	12
表 7-7 掩模版信息表.....	12
表 8-1 晶圆物料状态信息表.....	13
表 8-2 扩散设备状态信息表.....	13
表 8-3 薄膜设备状态信息表.....	14
表 8-4 光刻设备状态信息表.....	14
表 8-5 刻蚀设备状态信息表.....	15
表 8-6 离子注入设备状态信息表.....	15
表 8-7 研磨设备状态信息表.....	15
表 8-8 物料质检信息.....	16
表 8-9 设备维护计划信息表.....	16
表 9-1 物流调度信息管理输入信息.....	17
表 9-2 物流调度信息管理输出信息.....	17
表 9-3 系统层调度模型输入信息.....	18
表 9-4 系统层调度模型输出信息.....	18
表 9-5 多态作业区调度模型输入信息.....	18
表 9-6 多态作业区调度模型输出信息.....	19
表 9-7 多区域协同重调度模型输入信息.....	19
表 9-8 多区域协同重调度模型输出信息.....	20

前 言

本文件依据 GB-T 1.1-2020 给出的规则起草。

考虑到本文件中的某些条款可能涉及专利，中国机械工程学会不负责对其任何该类专利的鉴别。

本部分由机械工程学会工业大数据分会提出并归口。

本文件起草单位：东华大学、深圳优艾智合机器人科技有限公司、上海轩田智能科技股份有限公司、上扬软件（上海）有限公司、上海交通大学、上海应用技术大学、通富微电子股份有限公司、洪启集成电路（珠海）有限公司

本文件起草人：

半导体晶圆制造智能工厂物流调度数据通用规范

1 范围

本标准规定了半导体晶圆制造智能工厂物流调度数据通用规范，包括架构、生产资源要求、基础数据模型、状态数据模型和物流调度业务过程模型。

本标准适用于半导体晶圆制造智能工厂生产车间物流调度的数据规范应用，同时可作为其他智能工厂生产物流调度数据规范应用的参考。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 38129-2019 智能工厂 安全控制要求

GB/T 41255-2022 智能工厂 通用技术要求

GB/T 39117-2020 智能制造能力成熟度评估方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 智能工厂 smart factory

在数字化工厂的基础上，利用物联网技术和监控技术加强信息管理和服务，提高生产过程可控性，减少生产线人工干预，以及合理计划排程。同时集智能手段和智能系统等新兴技术于一体，构建高效节能、绿色、环保、舒适的人性化工厂。

[来源：GB/T 38129-2019，定义 3.1.1]

3.2 晶圆 lot wafer lot

半导体晶圆制造智能工厂生产过程中，通常将 25 片晶圆装在指定密封容器中，形成一个独立的加工与搬运基本单元，称为晶圆 lot。

3.3 物流调度 material scheduling

物流调度是指半导体晶圆制造智能工厂生产过程中，基于产品加工工艺将晶圆 lot 安排至相应加工工艺区、区内设备组与具体加工设备的调度过程。

3.4 系统层调度 system layer scheduling

系统层调度是指晶圆制造智能工厂从整体上统筹全局考虑，将等待加工的晶圆 lot 集合分配加工

优先级。

3.5 多态作业区调度 polymorphic operation areas scheduling

多态作业区调度是指将光刻、刻蚀、离子注入、薄膜、扩散、化学机械抛光（简称 CMP）等工艺区中等待加工的晶圆 lot 分配到区内具体加工设备的调度过程。

3.6 系统层重调度 system layer rescheduling

系统层重调度是指由于半导体晶圆制造智能工厂生产需求以及生产环境的变化（如紧急插单、设备故障），对系统层调度已形成的待加工晶圆 lot 集合优先级方案进行重新调整，并对已有的调度方案进行重调整优化的过程。

4 缩略语

CMP——化学机械抛光(Chemical Mechanical Polishing)

GEM——通用设备模型(Generic Equipment Model)

HSMS——高速信息服务(High-Speed Messaging Service)

MES——制造执行系统(Manufacturing Execution)

RFID——无线射频识别(Radio Frequency Identification)

SECS——SEMI 设备通信标准(SEMI Equipment Communications Standard)

SEMI——全球半导体制造业协会(Semiconductor Equipment and Materials International)

5 架构

5.1 物流调度业务过程

半导体晶圆制造智能工厂物流调度业务过程如图 5-1 所示。其应包括物流调度信息管理、系统层调度、系统层重调度、多态作业区调度四个环节。物流调度信息管理主要对物流调度数据进行存储与管理；系统层调度基于周期 T 时间定时触发，其基于一定的数据分析方法与调度算法对生产车间的等待加工晶圆 lot 的优先级进行整体调整；系统层重调度由紧急插单及设备故障等干扰事件触发，其基于一定的数据分析方法与调度算法对已形成的待加工晶圆 lot 集合优先级方案进行重新调整，并且对已有的调度方案进行重调整优化；多态作业区调度由光刻、刻蚀、离子注入、薄膜、扩散、CMP 等作业区的晶圆加工请求和设备空闲事件触发，其基于一定的数据分析方法与调度算法将晶圆 lot 合理分配至相应加工机台。

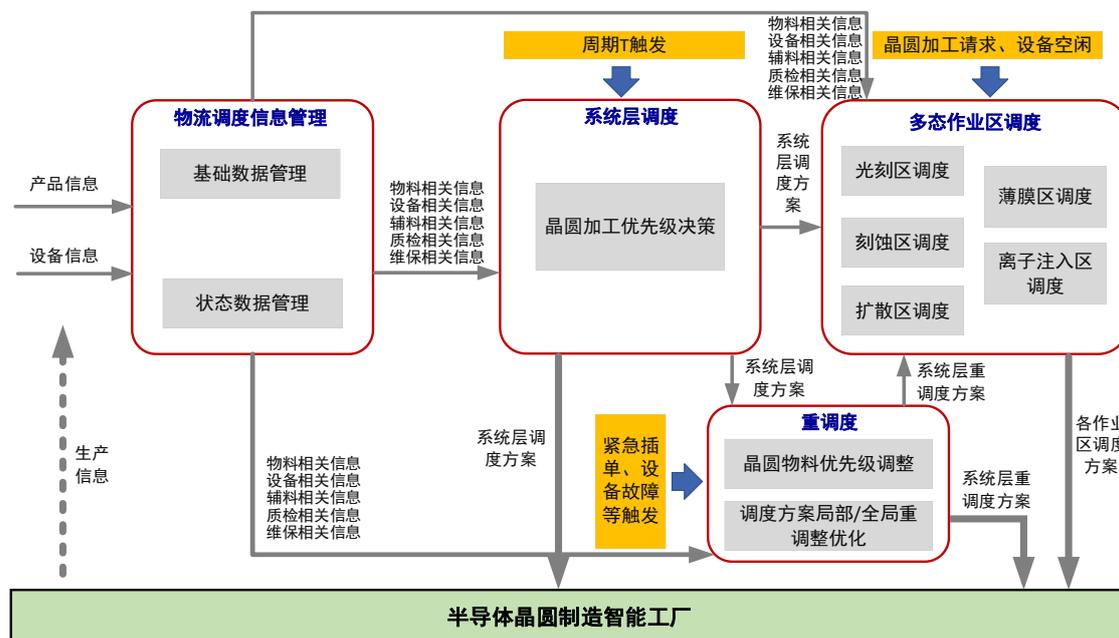


图 5-1 半导体晶圆制造智能工厂物流调度业务过程

5.2 物流调度通用数据架构

半导体晶圆制造智能工厂物流调度通用数据架构如图 5-2 所示。其中，生产资源要求应符合第 6 节描述，基础数据模型应符合第 7 节描述，状态数据模型应符合第 8 节描述，物流调度业务过程模型应符合第 9 节描述。

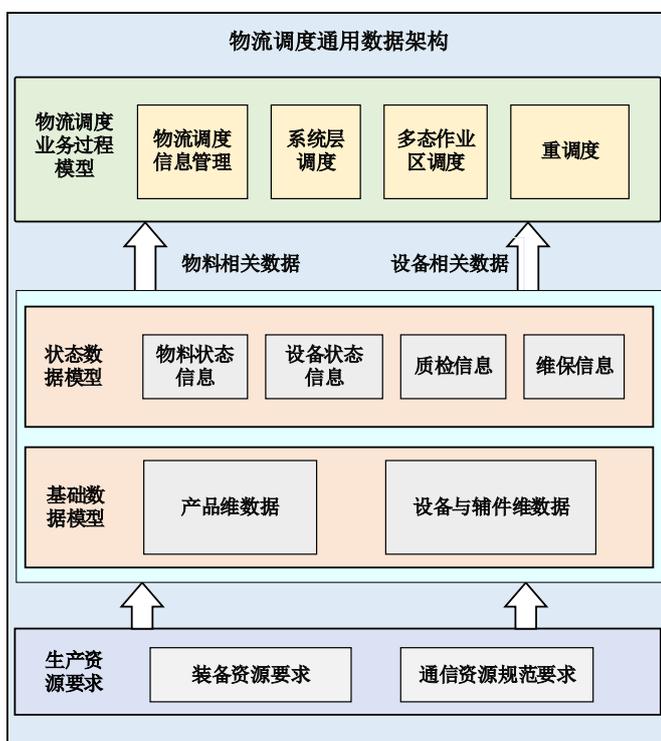


图 5-2 半导体晶圆制造智能工厂物流调度通用数据架构

6 生产资源要求

6.1 装备资源要求

半导体晶圆制造车间装备资源智能制造能力应符合 3 级及以上成熟度要求，依据 GB/T 39117-2020 的评估方法对装备资源的智能制造能力成熟度等级进行评估。

6.2 通信资源规范要求

通信资源规范要求包括：

- a) 半导体晶圆制造智能工厂网络架构应满足 GB/T 41255-2022 的要求。
- b) 加工与搬运设备使用的通讯接口应采用工业以太网、现场总线、串行接口、无线通信、RFID 等，不同类型、不同厂家设备通常采用不同接口，使用时需根据设备接口情况进行配置以实现数据交互。
- c) 半导体晶圆制造智能工厂设备的通讯协议应采用 SECS/GEM 协议（包括 SECS-I、SECS-II、GEM、HSMS 协议等），使用时需根据实际设备情况选择适合的协议进行通讯。

7 基础数据模型

7.1 基础数据描述

半导体晶圆制造智能工厂物流调度基础数据描述如图 7-1 所示，分为产品维数据和设备与辅件维数据。

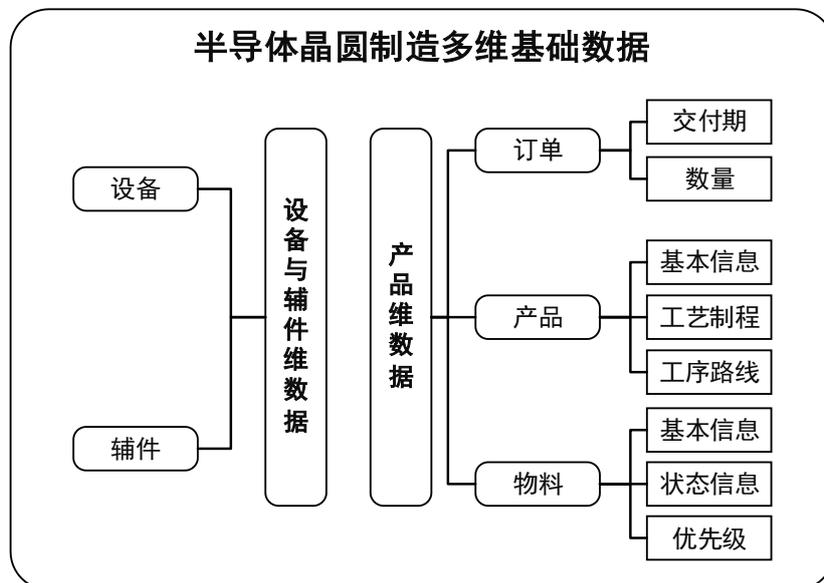


图 7-1 物流调度基础数据描述

7.2 产品维数据描述规范

7.2.1 产品维数据描述

产品维数据应包括订单信息、产品信息、晶圆物料基本信息、产品工艺路线信息以及工艺制程信息等，如图 7-2 所示。

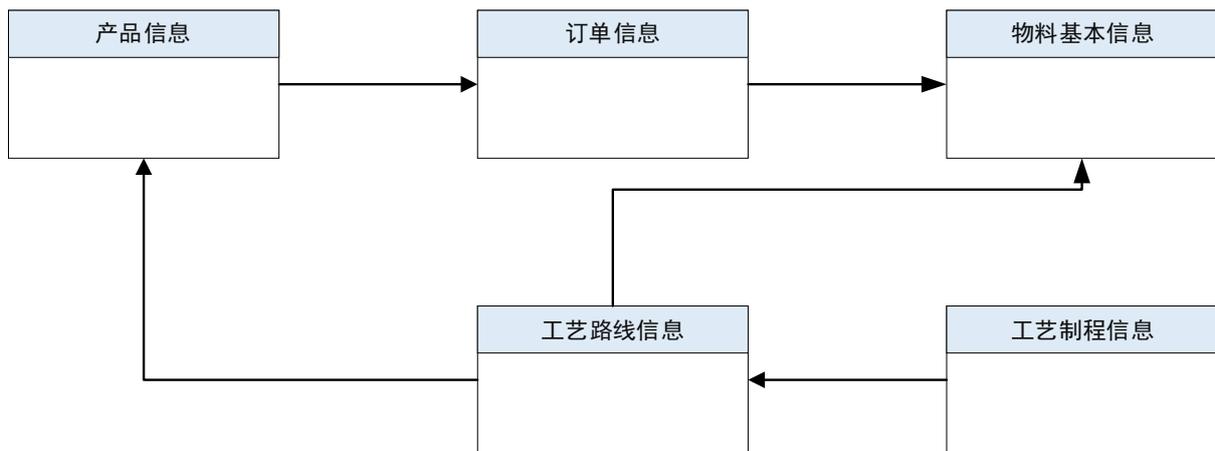


图 7-2 产品维数据描述模型

7.2.2 订单信息

订单信息中包含的元数据及其描述见表 7-1。

表 7-1 订单信息表

序号	数据名称	数据类型	数据单位	值域范围	可否为空	描述
1	订单 ID	String	/	/	否	唯一标识号
2	客户 ID	String	/	/	否	见 MES 系统
3	产品 ID	String	/	/	否	见表 7-2
4	尺寸	Int	/	/	否	晶圆尺寸大小
5	数量	Int	/	>0	否	要求产品的数量
6	下单日期	String	年/月/日	/	否	订货日期
7	交货期	Date	年/月/日	>下单日期	否	交货日期
8	订单优先级	Int		1-10 整数	否	10 为最高

^a 如订单 IDSO17BA016006, SO 表示固定字符, 17B 表示 2017 年 11 月, 客户编号 A016, 流水号 006。

7.2.3 产品信息描述

产品信息中包含的元数据及其描述见表 7-2。

表 7-2 产品信息表

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	产品 ID	String	/	/	否	唯一标识号
2	产品名称	String	/	/	否	

3	晶圆尺寸	String	/	/	否	
4	厚度	String	/	/	否	
6	工艺路线 ID					

7.2.4 晶圆物料基本信息表

晶圆物料基本信息中包含的元数据及其描述见表 7-3。

表 7-3 晶圆物料基本信息表

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	晶圆物料 ID	String	/	/	否	唯一标识号
2	隶属订单 ID	String	/	/	否	表 7-1
3	隶属产品 ID	String	/		否	表 7-2

7.2.5 产品工艺路线信息

产品工艺路线信息中包含的元数据及其描述见表 7-4。

表 7-4 产品工艺路线信息表

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	工艺路线 ID					
	工序号 ID	String	/	/	否	唯一标识号
2	产品 ID	String	/	/	否	见表 7-2
3	产品名称	String	/	/	否	见表 7-2
4	工艺制程 ID	String	/	/	否	见表 7-5
5	工序标准时长	Float	/	/	否	工序耗时
6	加工批数量	Int	/	/	否	/
7	加工设备组	List	/	/	否	见表 7-5

7.2.6 晶圆工艺制程信息

晶圆工艺制程信息表信息中包含的元数据及其描述见表 7-5。

表 7-5 工艺制程信息表

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	工艺制程 ID	String	/	/	否	唯一标识号
2	工艺制程名称	String	/		否	
3	制程加工时间	Float	/	/	否	
4	可选设备集合	List	/	/	否	

7.3 设备与辅件维数据描述规范

7.3.1 设备基本信息描述

光刻、刻蚀、离子注入、薄膜、扩散、CMP 的设备基本信息中包含的元数据及其描述见表 7-6。

表 7-6 设备基本信息表

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	设备 ID	String	/	/	否	唯一标识
2	设备名称	String	/	/	否	/
3	设备类型	String	/	/	否	/
4	设备组 ID	String	/	/	否	
5	购置时间	Datetime	年/月/日	/	否	/
6	型号	String	/	/	否	/
9	最大加工批数量	Int	/	>0	否	/
11	设备产能	Float	/	/	可	设备日产量
	备注信息					例如：掩模版信息

7.3.2 掩模版信息描述

辅件光刻机掩模版信息中包含的元数据及其描述见表 7-7。

表 7-7 掩模版信息表

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	掩模版 ID	String	/	/	否	
2	掩模版数量	Int	/	/	否	
3	所在设备 ID	String	/	/	否	见表 7-6

4	开始使用时间	Datetime	/	/	否	
---	--------	----------	---	---	---	--

8 状态数据模型

8.1 物料状态信息

晶圆物料状态信息中包含的元数据及其描述见表 8-1。

表 8-1 晶圆物料状态信息表

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	时间戳	Datetime	/	/	否	
2	晶圆物料 ID	String	/		否	唯一标识
3	产品 ID	String	/	/	否	见表 7-2
4	当前工序 ID	String	/	/	否	见表 7-4
5	工艺制程 ID	String	/	/	否	见表 7-5
6	当前状态信息	String			否	
7	当前加工设备	String			是	
8	开始加工时间	Datetime			是	
9	加工优先级	Int			否	
10	当前物理位置	String			否	

8.2 设备状态信息

8.2.1 扩散设备状态信息

扩散设备状态信息中包含的元数据及其描述见表 8-2。

表 8-2 扩散设备状态信息表

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	时间戳	Datetime	时间单位到秒	/	否	/
2	扩散设备 ID	String	/	/	否	见表 7-6
3	加工物料 ID 集合	List	/	/	否	见表 7-3
4	产品 ID	String	/	/	否	见表 7-2
5	工艺制程 ID	String	/	/	否	见表 7-5
6	设备运行状态	String	/	运行/待产/	否	/

				故障/检修		
--	--	--	--	-------	--	--

8.2.2 薄膜设备状态信息

薄膜设备状态信息中包含的元数据及其描述见表 8-3。

表 8-3 薄膜设备状态信息表

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	时间戳	Datetime	时间单位到秒	/	否	/
2	薄膜设备 ID	String	/	/	否	见表 7-6
3	加工物料 ID 集合	List	/	/	否	见表 7-3
4	产品 ID	String	/	/	否	见表 7-2
5	工艺制程 ID	String	/	/	否	见表 7-5
6	设备运行状态	String	/	运行/待产/ 故障/检修	否	/
7	靶材集合	List			否	
8	通入气体集合	List				

8.2.3 光刻设备状态信息

光刻设备状态信息中包含的元数据及其描述见表 8-4。

表 8-4 光刻设备状态信息表

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	时间戳	Datetime	时间单位到秒	/	否	/
2	光刻设备 ID	String	/	/	否	见表 7-6
3	加工物料 ID 集合	List	/	/	否	见表 7-3
4	产品 ID	String	/	/	否	见表 7-2
5	工艺制程 ID	String	/	/	否	见表 7-5
6	设备运行状态	String	/	运行/待产/ 故障/检修	否	/
7	光刻胶余量	Float		>0		
8	显影液余量	Float		>0		
9	掩模版 ID	String				

8.2.4 刻蚀设备状态信息

刻蚀设备状态信息中包含的元数据及其描述见表 8-5。

表 8-5 刻蚀设备状态信息表

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	时间戳	Datetime	时间单位到秒	/	否	/
2	刻蚀设备 ID	String	/	/	否	见表 7-6
3	加工物料 ID 集合	List	/	/	否	见表 7-3
4	产品 ID	String	/	/	否	见表 7-2
5	工艺制程 ID	String	/	/	否	见表 7-5
6	设备运行状态	String	/	运行/待产/ 故障/检修	否	/
7	刻蚀液余量	Float		>0	否	
8	清洗液余量	Float		>0	否	

8.2.5 离子注入设备状态信息

离子注入设备状态信息中包含的元数据及其描述见表 8-6。

表 8-6 离子注入设备状态信息表

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	时间戳	Datetime	时间单位到秒	/	否	/
2	离子注入设备 ID	String	/	/	否	见表 7-6
3	加工物料 ID 集合	List	/	/	否	见表 7-3
4	产品 ID	String	/	/	否	见表 7-2
5	工艺制程 ID	String	/	/	否	见表 7-5
6	设备运行状态	String	/	运行/待产/ 故障/检修	否	/
7	当前离子浓度	Float		>0	否	

8.2.6 研磨设备状态信息

研磨设备状态信息中包含的元数据及其描述见表 8-7。

表 8-7 研磨设备状态信息表

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	时间戳	Datetime	时间单位到秒	/	否	/
2	研磨设备 ID	String	/	/	否	见表 7-6

3	加工物料 ID 集合	List	/	/	否	见表 7-3
4	产品 ID	String	/	/	否	见表 7-2
5	工艺制程 ID	String	/	/	否	见表 7-5
6	设备运行状态	String	/	运行/待产/ 故障/检修	否	/
7	助磨剂余量	Float		>0	否	

8.3 物料质检信息

物料质检信息中包含的元数据及其描述见表 8-8。

表 8-8 物料质检信息

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	质检序号 ID	String	/	/	否	唯一标识
2	物料 ID	String	/	/	否	见表 7-3
3	工序 ID	String	/	/	否	见表 7-4
4	质检项目集合	List	/	/	可	
5	质检结果	String	/	/	否	

8.4 设备维保信息

设备维保计划信息中包含的元数据及描述见表 8-9。

表 8-9 设备维护计划信息表

序号	数据名称	数据类型	单位	值域范围	可否为空	描述
1	设备 ID	String	/	/	否	见表 7-6
2	设备名称	String	/	/	否	/
3	维护部位	Word	/	/	否	具体的维护计划
4	维护内容	Word	/	/	否	/
5	维护周期	String	>0	/	否	/
6	维护计划开始时间	Datetime	/	/	否	
7	维护计划结束时间	Datetime	/	/	否	

9 物流调度业务过程模型

9.1 物流调度信息管理

(1) 输入信息

物流调度信息管理模型的输入信息见表 9-1，主要输入信息应包括：

- 1) 产品信息。包括晶圆物料对应的订单信息、产品信息、晶圆物料基本信息、产品工艺路线信息、工艺制程信息、物料状态信息和物料质检信息等；
- 2) 设备信息。包括设备基本信息、掩模版信息、设备状态信息和设备维保信息等。

表 9-1 物流调度信息管理输入信息

序号	输入信息	数据来源	备注
1	产品相关信息	表 7-1、表 7-2、表 7-3、表 7-4、表 7-5、表 8-1、表 8-8	/
2	设备相关信息	表 7-6、表 7-7、表 8-2、表 8-3、表 8-4、表 8-5、表 8-6、表 8-7、表 8-9	/

(2) 输出信息

物流调度信息管理通用数据模型的输出信息见表 9-2，主要输出信息应包括：

- 1) 物料相关信息集合。等待调度的晶圆集合、晶圆 ID、交货期、订单优先级、工艺路线、各工序对应加工时间、当前加工工序等；
- 2) 设备相关信息集合。包括：设备数量信息、设备的当前状态信息、设备的产能信息（设备对相应产品的日产能）、设备组的可用时间（生产监控反馈）等；
- 3) 辅料相关信息集合。包括：掩模版 ID、掩模版数量、所在设备 ID、开始使用时间等；
- 4) 质检信息集合。包括：质检序号 ID、物料 ID、工序 ID、质检项目集合、质检结果等；
- 5) 维保信息集合。包括：设备 ID、设备名称、维护部位、维护内容、维护周期、维护计划开始时间、维护计划结束时间等。

表 9-2 物流调度信息管理输出信息

序号	输出信息	数据类型	描述
1	晶圆物料相关信息集合	Array	物料基本信息集合和物料状态信息集合等
2	设备相关信息集合	Array	设备基本信息集合和设备状态信息集合等
3	辅料相关信息集合	Array	掩模版信息集合等
4	质检信息集合	Array	晶圆物料质量检测信息集合等
5	维保信息集合	Array	设备维保信息集合等

9.2 系统层调度模型

(1) 输入信息

半导体晶圆制造智能工厂系统层调度模型的输入信息见表 9-3，主要输入信息应包括：

- 1) 晶圆物料相关信息集合。晶圆物料相关信息包括：等待调度的晶圆集合、晶圆 ID、交货期、订单优先级、工艺路线、各工序对应加工时间、当前加工工序等；
- 2) 设备相关信息集合。包括：设备数量信息、设备的当前状态信息、设备的产能信息（设备对

相应产品的日产能)、设备组的可用时间(生产监控反馈)等。

表 9-3 系统层调度模型输入信息

序号	信息输入	数据来源	范例	备注
1	晶圆物料状态信息集合	表 9-2	等待调度的晶圆集合、晶圆 ID、交货期、订单优先级、工艺路线、各工序对应加工时间、当前加工工序等	/
2	设备状态信息集合	表 9-2	设备数量信息、设备的当前状态信息、设备的产能信息、设备组的可用时间等	/

(2) 输出信息

基于输入的晶圆物流和设备实时状态数据,采用一定的统计方法/调度优化方法决策出待调度的晶圆物料加工优先级。输出信息如表 9-4 所示。

表 9-4 系统层调度模型输出信息

序号	输出信息	数据类型	格式规范	描述
1	晶圆物料加工优先级	Array 数组	{物料 ID/加工优先级}	/

9.3 多态作业区调度模型

(1) 输入信息

半导体晶圆制造智能工厂多态作业区调度模型的输入信息见表 9-5,主要输入信息应包括:

- 1) 物料相关信息集合。等待调度的晶圆集合、晶圆 ID、交货期、订单优先级、工艺路线、各工序对应加工时间、当前加工工序等;
- 2) 设备相关信息集合。包括:设备数量信息、设备的当前状态信息、设备的产能信息(设备对相应产品的日产能)、设备组的可用时间(生产监控反馈)等;
- 3) 辅料相关信息集合。包括:掩模版 ID、掩模版数量、所在设备 ID、开始使用时间等;
- 4) 质检信息集合。包括:质检序号 ID、物料 ID、工序 ID、质检项目集合、质检结果等;
- 5) 维保信息集合。包括:设备 ID、设备名称、维护部位、维护内容、维护周期、维护计划开始时间、维护计划结束时间等;
- 6) 系统层调度方案。包括:晶圆加工优先级等,具体见表 9-4。

表 9-5 多态作业区调度模型输入信息

序号	信息输入	数据来源	范例	备注
1	晶圆物料相关信息集合	表 9-2	等待调度的晶圆集合、晶圆 ID、交货期、订单优先级、工艺路线、各工序对应加工时间、当前加工工序等	/
2	设备相关信息集合	表 9-2	设备数量信息、设备的当前状态信息、设备的产能信息、设备组的可用时间等	/

3	辅料相关信息集合	表 9-2	掩模版 ID、掩模版数量、所在设备 ID、开始使用时间等	/
4	质检信息集合	表 9-2	质检序号 ID、物料 ID、工序 ID、质检项目集合、质检结果	/
5	维保信息集合	表 9-2	设备 ID、设备名称、维护部位、维护内容、维护周期、维护计划开始时间、维护计划结束时间等	/
6	系统层调度方案	表 9-4	{物料 ID/加工优先级}	/

(2) 输出信息

半导体晶圆制造智能工厂多态作业区调度模型输出信息见表 9-6，其主要输出信息包括：加工设备具体加工方案信息，应包括晶圆物料（或晶圆物料批）的加工设备、加工计划开始时间、计划结束时间。

表 9-6 多态作业区调度模型输出信息

序号	输出信息	数据类型	格式规范	描述
1	加工设备具体加工方案信息	Array	{设备 ID /物料 ID/计划开始时间/计划结束时间}	刻蚀、光刻、薄膜、扩散、离子注入及 CMP 作业区的调度方案

9.4 系统层重调度模型

(1) 输入信息

半导体晶圆制造智能工厂重调度模型主要输入信息见表 9-7，其输入信息应包括：

- 1) 物料相关信息集合。等待调度的晶圆集合、晶圆 ID、交货期、订单优先级、工艺路线、各工序对应加工时间、当前加工工序等；
- 2) 设备相关信息集合。包括：设备数量信息、设备的当前状态信息、设备的产能信息（设备对相应产品的日产能）、设备组的可用时间（生产监控反馈）等；
- 3) 辅料相关信息集合。包括：掩模版 ID、掩模版数量、所在设备 ID、开始使用时间等；
- 4) 质检信息集合。包括：质检序号 ID、物料 ID、工序 ID、质检项目集合、质检结果等；
- 5) 维保信息集合。包括：设备 ID、设备名称、维护部位、维护内容、维护周期、维护计划开始时间、维护计划结束时间等；
- 6) 系统层调度方案。具体见表 9-4；
- 7) 多态作业区调度方案。具体见表 9-6。

表 9-7 多区域协同重调度模型输入信息

序号	输入信息	数据来源	范例	备注
1	晶圆物料相关信息集合	表 9-2	等待调度的晶圆集合、晶圆 ID、交货期、订单优先级、工艺路线、各工序对应加工时间、当前加工工序等	/

2	设备相关信息集合	表 9-2	设备数量信息、设备的当前状态信息、设备的产能信息、设备组的可用时间等	/
3	辅料相关信息集合	表 9-2	掩模版 ID、掩模版数量、所在设备 ID、开始使用时间等	/
4	质检信息集合	表 9-2	质检序号 ID、物料 ID、工序 ID、质检项目集合、质检结果	/
5	维保信息集合	表 9-2	设备 ID、设备名称、维护部位、维护内容、维护周期、维护计划开始时间、维护计划结束时间等	/
6	系统层调度方案	表 9-4	{物料 ID/加工优先级}	/
7	多态作业区调度方案	表 9-6	{设备 ID /物料 ID/计划开始时间/计划结束时间}	刻蚀、光刻、薄膜、扩散、离子注入及 CMP 作业区的调度方案

(2) 输出信息

半导体晶圆制造智能工厂系统层重调度模型主要输出信息见表 9-8，其输出信息包括：

1) 重调度工艺区晶圆物料优先级信息，通过对重调度工艺区的晶圆物料优先级进行调整优化，获得晶圆物料最新优先级信息；

2) 重调度生产调整信息，应根据不同的动态情况，产生相应的重调度调整方案。具体包含：(a) 紧急插单，需基于一定的调度算法重新调整插单晶圆物料所处作业区晶圆物料与设备组的加工关联关系，并将该紧急插单晶圆物料赋予最优先加工位置；(b) 设备故障，需基于一定的调度算法对设备故障影响的晶圆物料进行重新调度安排，优化晶圆物料与故障设备所在设备组的加工关联关系。

表 9-8 多区域协同重调度模型输出信息

序号	输出信息	数据类型	格式规范	描述
1	重调度工艺区晶圆物料优先级调整信息	Array	{物料 ID/加工优先级}	/
2	重调度的调度方案	Array	{设备 ID /物料 ID/计划开始时间/计划结束时间}	/

参考文献

- [1] GB/T 18391.3-2001 信息技术 数据元的规范与标准化 第3部分 数据元的基本属性
- [2] GB/T 25485-2010 工业自动化系统与集成 制造执行系统功能体系结构
- [3] GB/T 41665-2022 制造执行系统模块化框架
- [4] GB/T 42706.5-2023 电子元器件 半导体器件长期贮存 第5部分：芯片和晶圆
- [5] SJ/T 11666.1-2016 制造执行系统（MES）规范 第1部分：模型和术语
- [6] SJ/T 11761-2020 200mm 及以下晶圆用半导体设备装载端口规范
- [7] DB37/T 4649.3-2023 智能制造 第3部分：数字化车间建设指南

ICS 号：25.040.40

中国标准文献分类号：N10

关键词：半导体晶圆制造智能工厂、物流调度，数据通用规范
