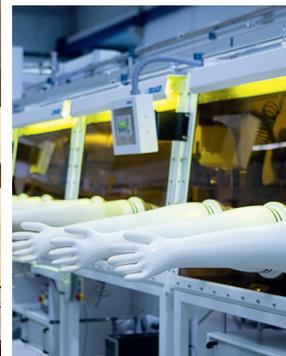
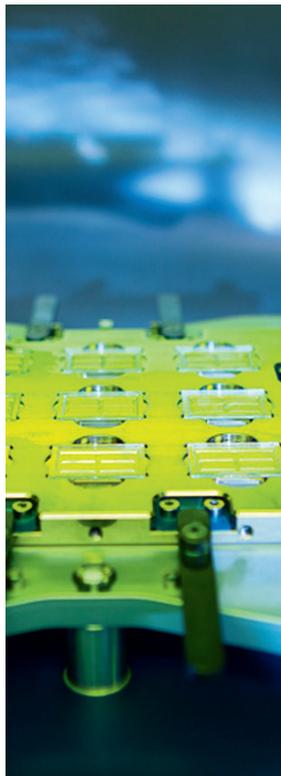


PEROVSKITE SOLUTIONS



Content

2	MERGING EXCELLENCE
4	PEROVSKITE RESEARCH
6	PEROVAP CONCEPT
8	PEROVAP
10	SLOT-DIE-COATING
12	SPIN COATER
14	CURING & HOT-PLATES
15	AUTOMATION
16	REFERENCES

Merging Excellence

2016年4月，CreaPhys GmbH成为MBRAUN集团的一员。MBRAUN集团拥有卓越的全球销售和服务网络，CreaPhys拥有深厚的技术实力且与当今学术界紧密合作，二者将共同为全球客户提供最先进的系统设计以及钙钛矿市场上最高纯度的升华材料。

MBRAUN
Clean. Engineering. Expertise.

&

CREAPHYS
MBRAUN GROUP



Combining
of expertise

自1973年起，MBRAUN就专注于惰性气体手套箱的设计。凭借与领先的科研机构以及知名的高科技公司的紧密合作，MBRAUN不断地进行产品研发和优化。MBRAUN具有创新概念的定制系统设计，比如在手套箱内实现ISO1洁净标准的洁净手套箱系统，使其成为世界领先的惰性气体系统公司之一。

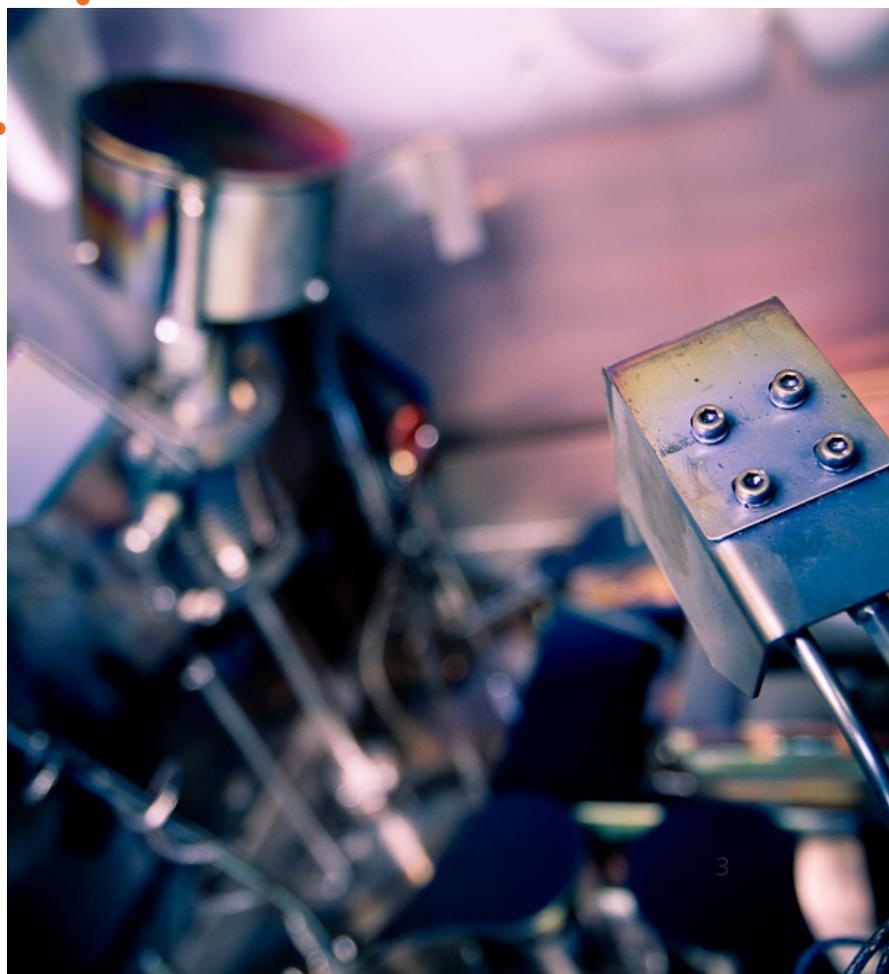


CreaPhys

是研究先进高科技化合物过程中所需的升华系统以及真空镀膜系统的技术领导者，这些设备在当今光电器件和钙钛矿太阳能电池的研究和制造中是必不可少的。

真空镀膜系统包括：标准化的独立系统、手套箱集成系统以及完全定制化系统。这些系统主要应用于先进的研发线和用于规模制造的中试线。

升华系统的产品范围则覆盖从实验室规模到每天处理数公斤升华材料的生产规模。



STATE OF

Perovskite research

钙钛矿是具有特定晶体结构的材料，晶体结构中可以嵌入许多不同的阳离子，从而可以开发多种工程材料。

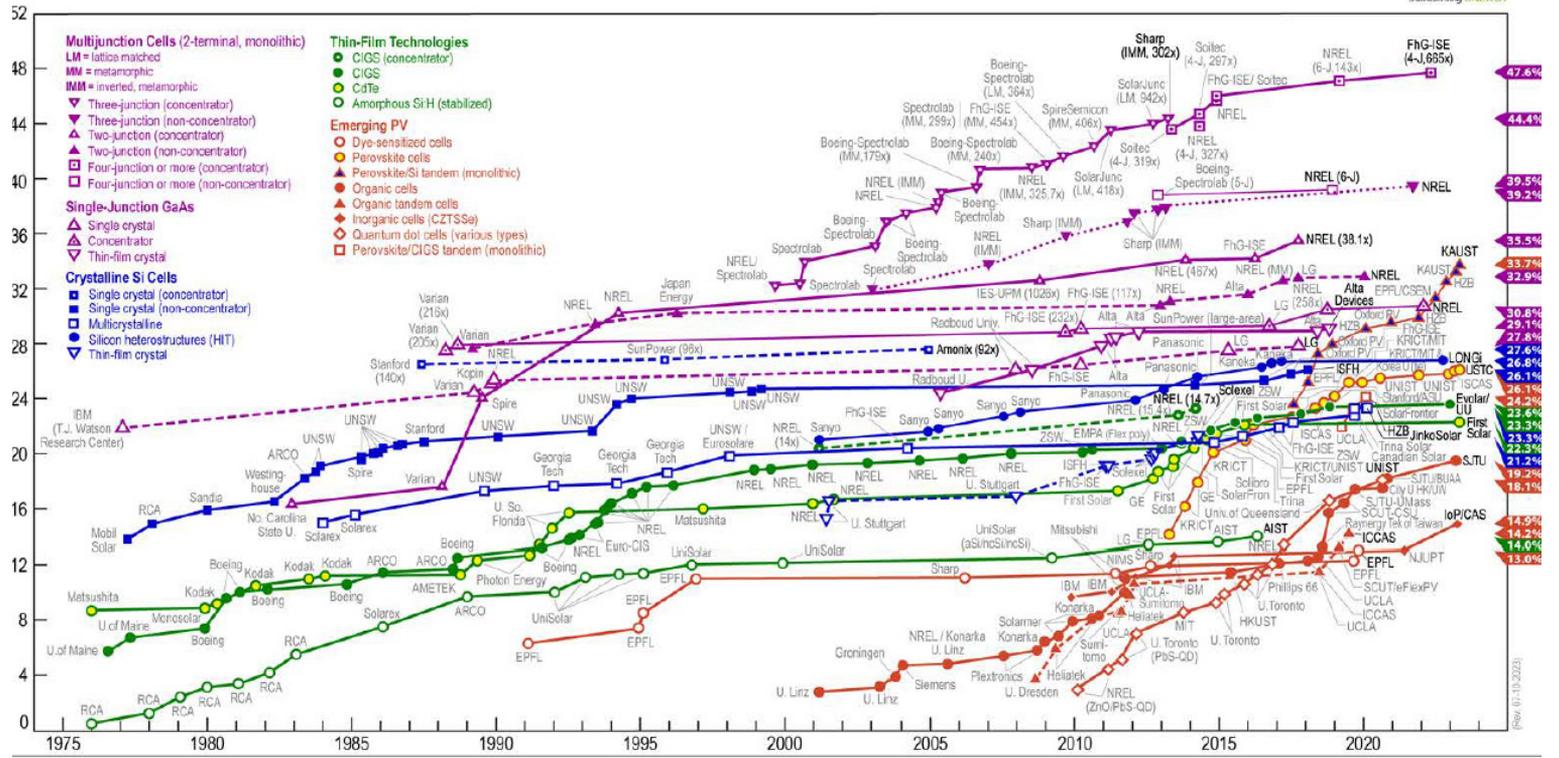
在过去10年中，这种材料已被广泛用于钙钛矿太阳能电池（PSC）的研发，钙钛矿太阳能电池通常将掺杂有机-无机铅或锡卤化物的钙钛矿结构化合物作为吸光层。在过去的几年里，这种新型的太阳能电池发展极为迅速。



钙钛矿材料，如甲基铵卤化铅和全无机卤化铯，生产成本低且易于大规模生产。

BEST RESEARCH-CELL EFFICIENCIES

Best Research-Cell Efficiencies



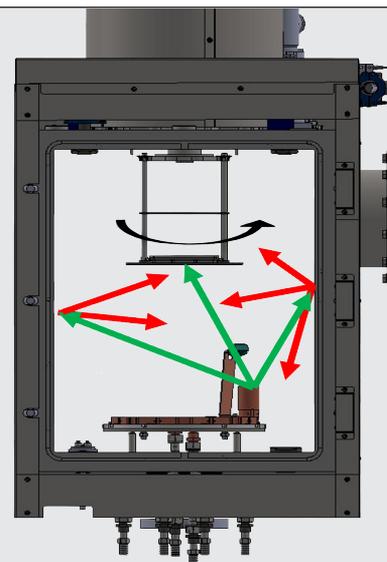
尽管在2012年年中才公布第一个高效率的固态钙钛矿太阳能电池，但是此后几年该技术的发展极为迅速。单节钙钛矿太阳能电池的转换效率已经从2009年的3.8%上升到2020年的25.5%。钙钛矿/晶硅叠层结构的太阳能电池转换效率已达到33.7%，超过了单节晶硅太阳能电池所达到的最高转换效率。这种转换效率的显著提高使钙钛矿太阳能电池技术成为2016年以来发展最快的太阳能电池技术。此外，拥有许多技术革新和设计创新的高性能研发设备不断涌现，预示着这种技术将持续进步。

PEROvap Concept

传统蒸镀系统存在哪些问题？

小分子有机前驱体*

- 低蒸发温度
 - 可在所有腔体表面沉积并出现二次蒸发现象
 - 卤化物蒸发分压影响蒸发工艺
- 工艺控制困难



操作人员防护*

- 毒性材料 (Pb, I, Br, Cl)
- 毒性等级未知的化合物
- 腔室内腐蚀性气体



材料特性*

- 卤素 (I, Br, Cl): 氧化性
- 对真空系统具有腐蚀性
- 有机卤化物的蒸发分压

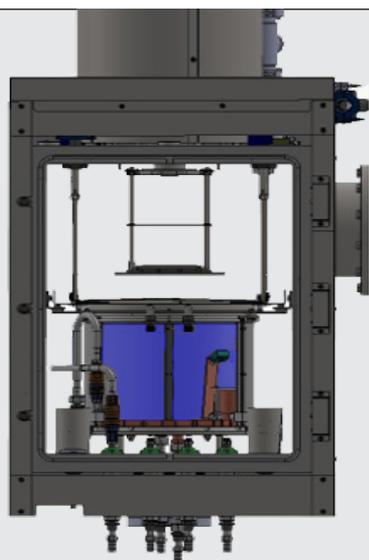


*大多数制造商提供的标准真空腔室



这种拥有专利技术的真空镀膜系统专门设计用于蒸镀低沸点钙钛矿材料，例如常见的甲基碘化铵（MAI）。这种低沸点材料即使在室温下也会出现沉积后的二次蒸发现象，从而影响工艺的可重复性和稳定性。PEROVAP独特的设计可以防止这种情况发生。PEROVAP系列的核心理念是对整个系统进行温度控制，以防止出现沉积后的二次蒸发现象。该系统采用特有的可冷却至零度以下的超低温蒸发源（ULT）、可控温的内腔室、可控温的样品台以及高精度的控制系统，可为研发人员提供高可重复性的、高度稳定性的、超均匀的薄膜制备解决方案。

我们的解决方案！



PEROVAP的温度控制机制*

- 主腔室可控温
 - 内腔室可冷却降温，以实现出色的工艺控制，保证蒸发速率和薄膜质量的可重复性
 - 开发出特有的超低温蒸发源（ULT）并被广泛应用，证明可用于MAI等易挥发材料的蒸发
- 完美的工艺控制和可重复性

与手套箱集成的安全性*

- 在惰性气体氛围下操作
- 手套箱所具备的安全特性

高端设计*

- 特制的有机卤化物蒸发源
- 所有部件材料均耐腐蚀
- 所有部件和组件都采用易于清洁和维护的特殊设计，特别适用于具有腐蚀性和毒性的钙钛矿材
- 采用冷阱实现对泵系统的保护

*Creaphys & MBRAUN联合设计的PEROVAP



PEROvap

与手套箱集成的PEROvap蒸镀系统可以在惰性气氛下操作以保护材料免受氧气和水分的影响。所使用的易挥发性有机前驱体需要在非常低的温度条件下进行蒸镀。此外，它们极易在所有腔室表面上出现二次蒸发现象。

2022年12月，德国HZB使用PEROvap蒸镀系统制备的钙钛矿/晶硅叠层太阳能电池的转换效率达到32.5%。



©Helmholtz Zentrum Berlin

该系统专为高端研发而设计，并为中试生产作准备。系统根据钙钛矿材料特性配备了耐腐蚀的腔室和真空泵、可控温的内腔室、安装在真空泵上游的冷阱以及ULT蒸发源；专门开发的控制系统使得研发人员能够定义和存储数百个配方，跟踪和记录工艺数据，并在全自动模式下重复工艺。

可以选配升级一系列高级功能，以满足更多的研发要求，包括自动更换掩模板、定制蒸发源、对接手套箱或真空互联系统。

- 用于前沿开发的理想工具
- 适用于组合多种材料进行带隙调节
- 独有的全新专利技术
- 独有的超低温蒸发源
 - 低温下的高稳定性
- 稳定而完备的工艺控制
- 高可重复性
- 适用于多种材料
- 最多可配置**8**个蒸发源（可实现共蒸）



内腔室可以实现快速冷却降温，以实现出色的工艺控制，保证蒸发速率和薄膜质量的可重复性

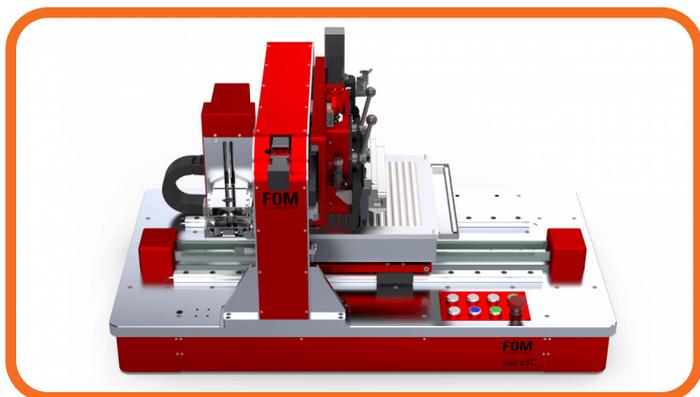


主腔室

Slot-Die Coating

狭缝涂布机的设备造价显著低于真空镀膜设备，却可以达到很高的材料利用率（高达95%）。狭缝涂布技术广泛应用于许多前沿高科技领域，可以将液体材料涂布到刚性或柔性基板上以制备功能膜层。特别是在大尺寸大容量薄膜太阳能电池的生产制造上，狭缝涂布技术不断获得业界关注并被普遍认为具备产业化潜力。

结合多种类型的太阳能电池，或薄膜太阳能电池多个膜层材料的溶液法涂布工艺；MBRAUN及其合作伙伴致力于将经研发阶段验证的工艺和技术转化应用到中试甚至大规模生产制造中。

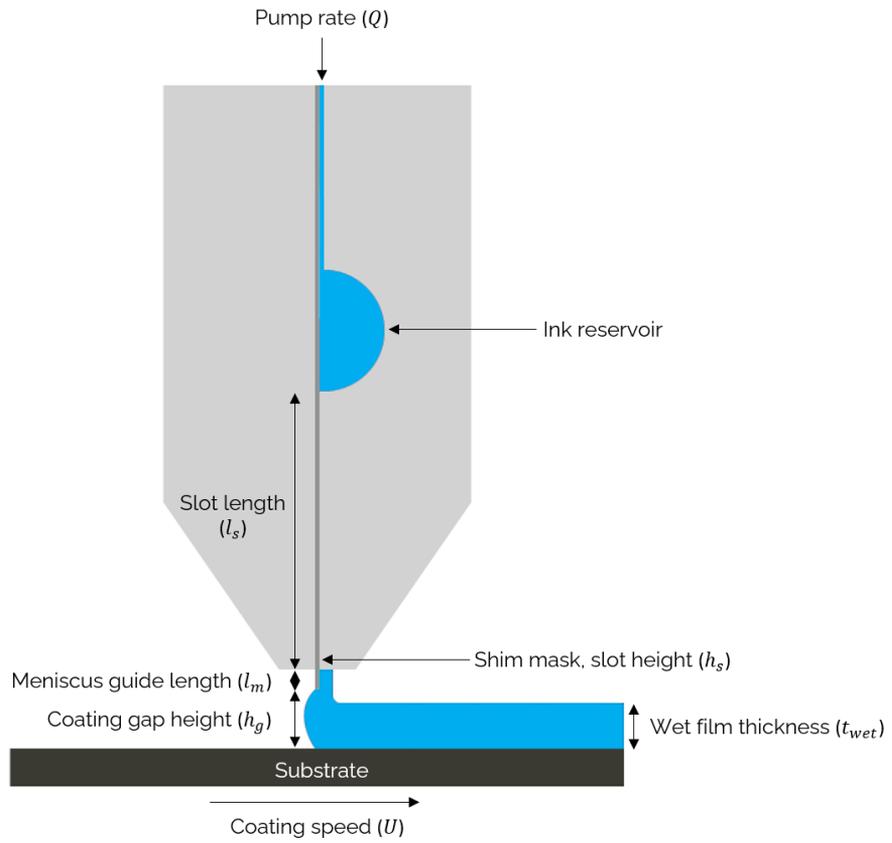


在狭缝涂布技术应用中应特别注意环境中粉尘对涂布工艺的影响。在不合格的无尘环境下进行狭缝涂布工艺，纳米级薄膜（干膜厚度）将被完全破坏。为了避免这个问题，MBRAUN开发了小型洁净系统，可以在惰性气体环境下运行，并在该环境内同时实现ISO1的洁净等级。

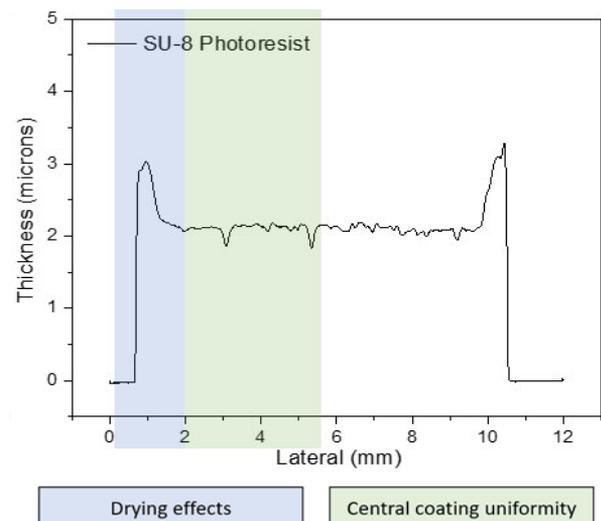
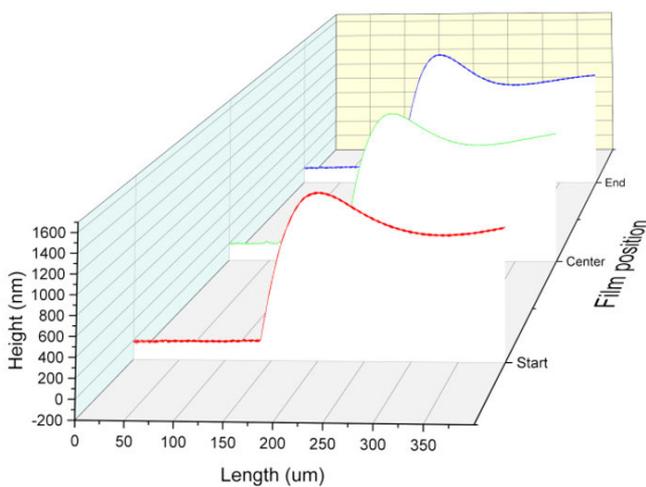
- 定制型FOM alphaSC
- 狭缝涂布机，配有两个狭缝涂布头

Made by
FOM
TECHNOLOGIES

工作原理



成膜效果概览

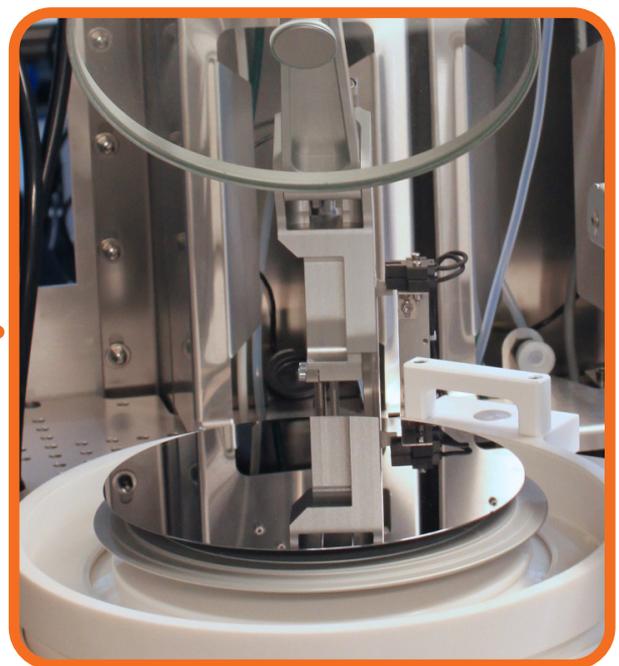


Spin Coating

旋涂技术是在刚性基板上沉积薄膜，通常用于研发以及工业生产中。

具有可编程功能，能够编辑储存包括速度、加速度和旋涂时间在内的多个参数。方便用户灵活地开展前沿研究，尤其是研究对空气敏感的材料。

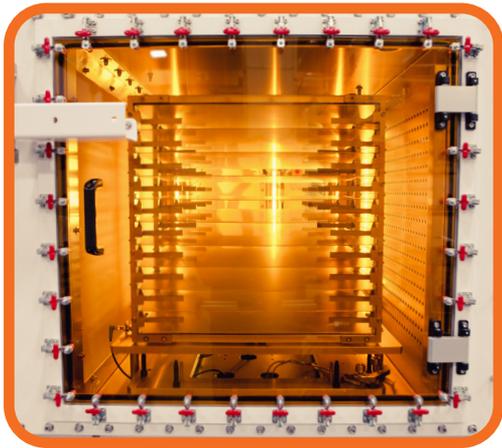
提供各种可选配件，如半自动注液系统、脚踏开关和内衬（便于清洁）等。全系列标准的和定制的真空气吸盘，带有快速更换装置，使旋涂功能变得更加全面完善。



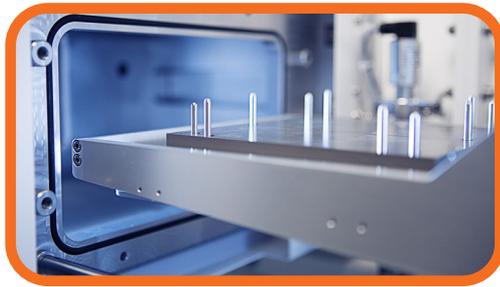
- 与其他薄膜制备设备相比，成本较低
- 高均匀性
- 方便编辑储存旋涂工艺配方
- 灵活开展前沿研究



Curing & Hot Plates



湿法制膜设备需要经过良好的固化后才能形成均匀的薄膜，以制备高效率的器件。**MB-HPL-400**系列真空热板用于在特定的工艺条件下固化敏感的有机膜层，应用范围覆盖基础研究到复杂的制造工艺。



热板是**MBRAUN**工艺设备系列中的最新设计之一。用于在可控条件下固化在刚性基片上沉积的有机薄膜。具有非常好的温度均匀性、温控精度、工艺稳定性、可重复性，以及高度的灵活性。



AUTOMATION

当用户开始关注如何消除人为失误、增加产能以及提高工艺重复性和稳定性时，就一定会需要自动化解决方案。多年来，MBRAUN设计并交付了一系列高度集成的系统，这些系统覆盖了从半自动化到全自动化的范围，集成真空系统和工艺设备，在无氧、无氧和无尘环境下运行。

自动化系统作为量身定制的解决方案，可充分满足客户的每个特定需求。



自动化系统具有以下主要优势：

- 提高生产过程中的产品质量
- 减少人工操作和处理时间
- 提高工艺和产品的可重复性、精确性和一致性
- 防尘
- 更高的精准性
- 动作可靠，没有损坏样品的风险
- 可处理各种尺寸的基板或其他类型的产品





M. Braun Inertgas-Systeme GmbH (Headquarters)
Dieselstr. 31 • D-85748 Garching • Germany
Phone: +49 89 32669-0 • Fax: +49 89 32669-105
E-Mail: info@mbraun.de
Commercial Register: District court Munich, HRB 51084
VATIN: DE129406284

Germany



M. Braun Incorporated
14 Marin Way • Stratham, NH • 03885 • USA
Phone: +1 (603) 773 9333 • Fax: +1 (603) 773 0008
E-Mail Sales: info@mbraunusa.com
E-Mail Service: service@mbraunusa.com

USA



M. Braun Inertgas-Systems Korea Ltd.
B-1004 • Gangseo Hangang Xi (zhai) Tower
401, Yangcheon-ro • Gangseo-gu, Seoul, 07528, Korea
Tel: +82 2 3275 3537 • Fax: +82 2 2638 5080
Web: www.mbraun-korea.com
E-mail: info@mbraun.asia

Korea



M. Braun UK & Ireland
Mansfield Business Centre • Ashfield Avenue
Mansfield • Nottinghamshire • NG18 2AE • UK
Phone: +44 1623 404329 • Fax: +44 1623 404277
E-Mail: info@mbraun.de

UK & Ireland



M. Braun Inertgas Systems (Shanghai) Co., LTD
Ground floor of building #1 • No. 145 Jintang Road
Tangzhen, Pudong, Shanghai • 201201 • P.R.China
Phone: + 86 21 5032 02 57 • Fax: + 86 21 5032 02 29
Web: www.mbraunchina.com

China



M. Braun France SAS
3, rue du Golf • Parc INNOLIN
33700 Mérignac • France
Tél.: +33 5 24 84 64 00 • Fax: +33 5 24 84 91 07
E-Mail Sales: contact@mbraun.fr
E-Mail Service: service@mbraun.fr

France