



VSP-P1 纳米印刷沉积系统

气溶胶纳米直写沉积

目录

VSP-P1 纳米印刷沉积系统	4
工作原理：火花烧蚀	6
工艺参数	9
适用材料	10
高通量材料打印	12
用户控制界面	14
应用案例	19
SERS 开发	21
VSP 产品线：全自动纳米研究平台	22
技术参数	24
关于我们	26



快捷便利



可重现



高效制备



适用几乎所有导电材料



清洁环保



快捷, 高效且可重复的纳米材料制备

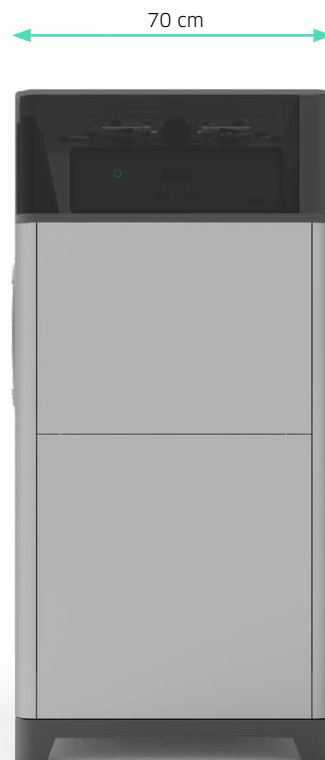
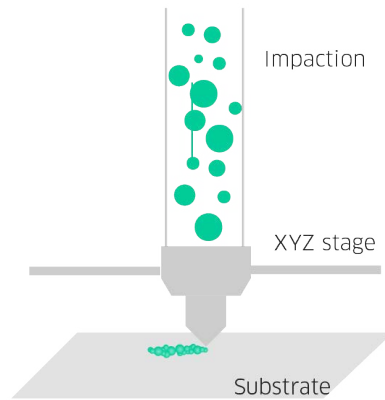
VSP-P1 纳米印刷沉积

轻松可控的纳米结构涂层打印

技术介绍

增材制造的方法，如纳米打印可以大大简化高比面积的纳米多孔薄膜的制备工艺。这种薄膜材料的应用很多，包括电催化、化学、光学或生物传感以及电池和微电子产品制造等。

VSP-P1 纳米印刷沉积系统能够实现具有独特性能的无机纳米结构材料的打印直写。印刷涂层的颗粒由VSP-G1纳米粒子发生器产生，经火花烧蚀产生的气溶胶颗粒其典型粒径在20nm以下，且不含表面活性剂或任何其他有机添加物质。纳米粒子生产和印刷沉积的整个过程是完全自动化的，不需要进行后续有机成分的热处理去除。



VSP-G1

最多可容纳安装两台VSP-G1，每台VSP-G1均可拆卸单独使用

触摸控制屏

通过触摸屏或借助远程设备远程控制您的实验

打印沉积腔室

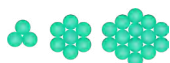
20x20 cm 的平面样品台



VSP-P1 纳米印刷沉积系统

VSP-G1 纳米粒子发生器 (VSP-G1) 作为纳米粒子的生产源，集成在 VSP-P1系统中。而用于纳米颗粒生产的技术称为火花烧蚀 (Spark Ablation)，在室温温度和大气压条件下便可实现多种纳米粒子的制备。

在气流中产生纳米气溶胶后，这些颗粒经低真空环境下的喷嘴加速并通过撞击沉积的方式沉积在多种类型的基材上。沉积的驱动力是沉积室和 VSP-G1 系统（喷嘴上游）之间的压力差。通过 XYZ 载物台控制、显微镜摄像头模块和直观的用户界面可以打印沉积特定的路径，从而可以控制实验参数，进行完全由纳米粒子组成的图案绘制。



空气动力学直径
0-300nm
颗粒直径
0-20nm



适用于导电材料



可靠 & 可重现



快捷 & 容易



斑点尺寸
100 μm -1 cm
精度
10 μm



清洁无添加剂

工作原理

轻轻一键，合成理想的纳米粒子

每台 VSP-P1 纳米印刷沉积系统都带有一个集成的 VSP-G1 纳米粒子发生器 (VSP-G1)，它是纳米粒子的生产源。如果需要更复杂的结构或材料组合，还可以选择在 VSP-P1 系统中配置第二台 VSP-G1 系统。VSP-G1 是一台用户友好的桌面型产品，允许用户以可控方式生产所需材料的纳米颗粒。

纳米粒子的产生是基于气相等离子放电：火花烧蚀 (Spark Ablation)。该生产过程是可重复的，且在室温和常压条件下即可进行，并且只需要一对（半）导电电极作为纯净、无表面活性剂的纳米粒子的靶材。安全简单和自动化是 VSP-G1 的核心特性，我们的系统易于操作，并且只需要很少的培训即可完全掌握。

“纯粹的物理方法生成纳米粒子，而没有化学反应，这种纯净的气溶胶是理想的模型颗粒。此外与其他气溶胶合成方法相比，火花烧蚀，特别是 VSP-G1 纳米颗粒发生器，可以在更长的时间跨度内获得稳定和确定的产量，这对于得出有意义的结果很重要”

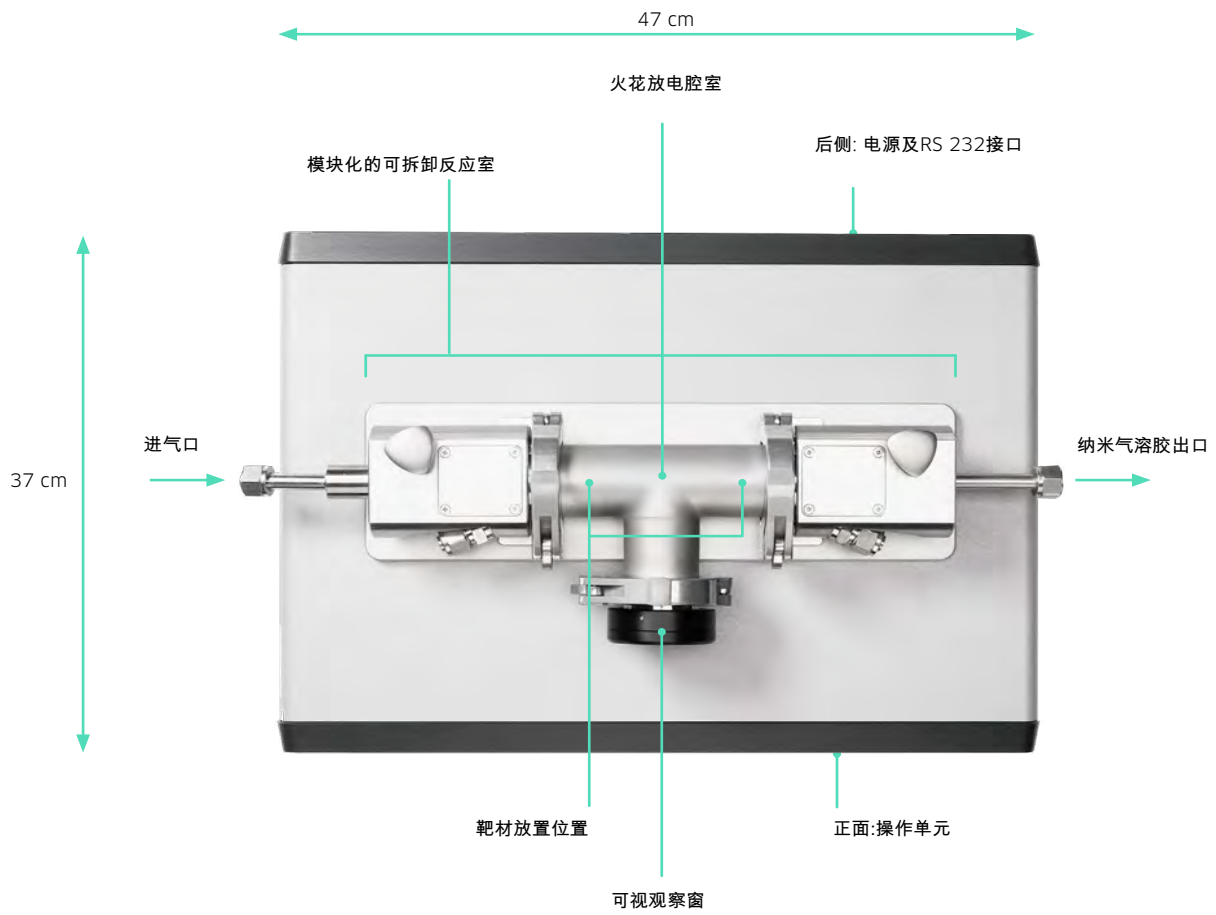
Weber group - Institute of Particle Technology, TU Clausthal



气溶胶直写技术

使用 VSP-P1 纳米印刷沉积系统可以轻松收集 VSP-G1 生产的纳米颗粒。如果您想详细了解配置选项，请通过 400 857 8882 联系我们的销售团队，或扫描右侧的二维码，以查找我们的沉积技术和方法，获取更多信息。





VSP-G1 纳米粒子发生器



VSP-G1 纳米粒子发生器

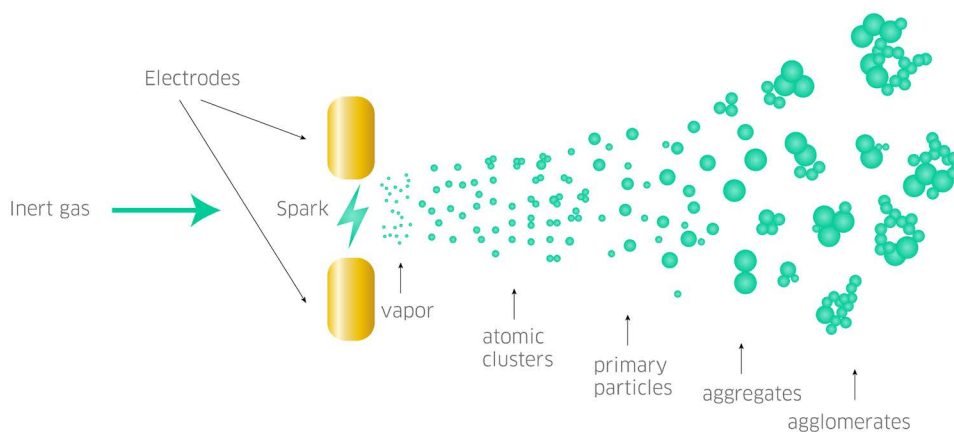
工作原理

火花烧蚀技术 (Spark Ablation)

气溶胶纳米合成技术

VSP-P1 打印的纳米粒子由集成的 VSP-G1 纳米粒子发生器 (VSP-G1) 在线产生。VSP-G1 使用火花烧蚀来生产初始粒径在 1-20 nm 之间的纳米粒子。这些纳米颗粒在气相中产生，不使用任何化学前驱体或用于分散的有机配体。

火花烧蚀技术是一种可扩展的物理合成工艺，由我们的联合创始人 Andreas Schmidt-Ott 于 1988 年首次发现。自首篇文章发表以来，这种创新且简便的纳米粒子生成技术每年都在纳米技术领域获得越来越多的青睐。



火花烧蚀产生纳米气溶胶的原理及颗粒生长过程

火花烧蚀原理

火花烧蚀的独特之处在于其简单便捷。仅需要通电，惰性载气和一对（半）导电电极，便可以轻松获得纳米级气溶胶颗粒。所需目标材料的电极连接到高压电源，在电极间隙之间通入高纯度惰性气体，然后在两个电极之间施加高电压 (kV)。一旦达到气体击穿电压，两个电极之间就会产生火花，并且温度会瞬间升高 (20,000 K)，从电极表面烧蚀获得目标材料的原子团簇。产生了由存在于电极中的本体元素组成的纳米粒子气溶胶。

由于载气的流量恒定，且火花烧蚀过程是在环境温度 (<50 °C) 下产生高浓度纳米粒子气溶胶 ($10^8 - 10^{11} \text{ cm}^{-3}$)，这种纳米粒子生成过程不需要任何湿化学合成步骤，因此可以制备干净、稳定且不含污染物（例如有机表面活性剂、溶剂等）的纳米粒子。生成的纳米粒子既可以用作后续工艺步骤（例如检测器校准、核壳纳米粒子生产）的直接来源，也可以用 VSPARTICLE 的沉积附件（包括 VSP-P1）沉积在各种基材上。VSP-P1 纳米印刷沉积系统是目前唯一可在较大基板上进行图案化和沉积的系统。

工艺参数

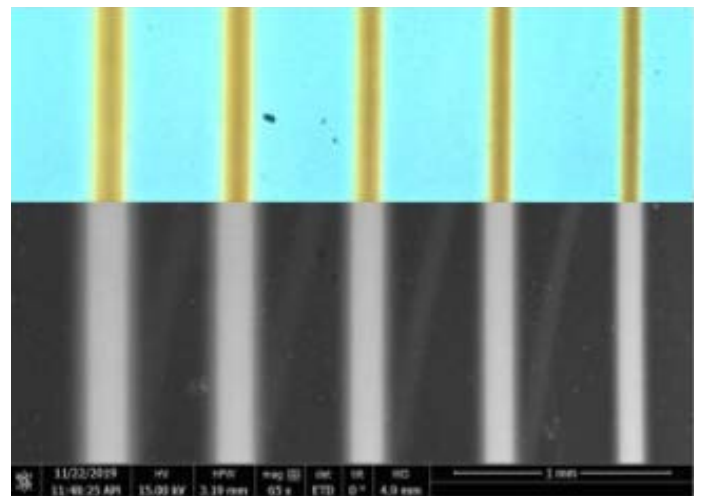
控制初始颗粒粒径

构成打印图层的初级纳米颗粒尺寸，被控制在1-20 nm范围内。通过调整载气的流速（Ar为1-5 L/min）、电压（最高1.3 kV）和/或电流（最高10 mA），用户可以改变输出气溶胶颗粒的平均粒径。其中调节粒度分布的最重要参数是气流流速。较高的流速可确保烧蚀的纳米簇几乎没有时间发生聚集，从而产生最小的初始纳米颗粒。

控制涂层厚度

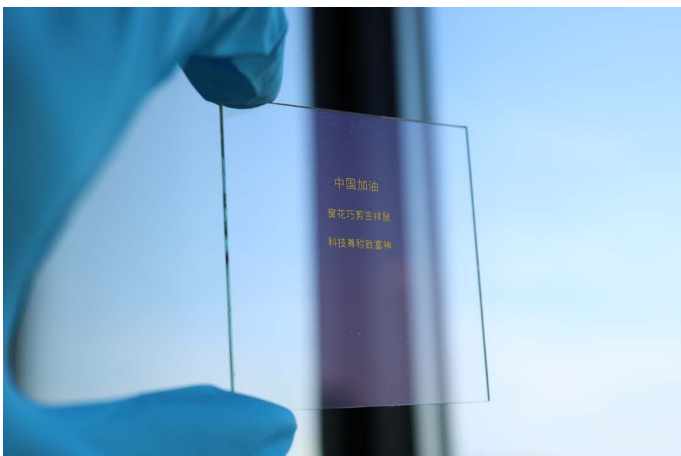
使用VSP-P1可以实现从稀疏纳米团簇到高达几um厚的连续涂层的纳米结构印刷沉积。该过程中有三个显著影响涂层厚度的参数。第一个是喷嘴到基板的距离，第二个是功率。使用更高的功率，将有利于更高的材料产出，从而沉积更厚涂层。第三个参数是打印速度，较高的喷嘴移动速度将产生稀疏、较薄的层，而较慢的速度将导致连续性更好的涂层。如果所需的图案更复杂，则可以选择改变气溶胶运输距离以调整涂层的颗粒密度。

同样，较低的流速会增加烧蚀材料在反应器内的停留时间，产生的簇/颗粒有更多时间凝聚成更大的颗粒。所有参数都可以通过VSP-C1控制器和每个VSP-P1系统随附的集成软件轻松控制。需要注意的是，颗粒初始粒径会影响撞击沉积效率以及沉积层的结构。



使用相同的打印速度和不同的喷嘴距离可实现不同宽度的线条打印，结果由H.J. van Ginkel提供

-TU Delft



通过软件脚本可以打印非常复杂的图案

图案绘制

用户可以通过运行编辑好的脚本来确定所需的打印图案。使用不同的脚本可以实现复杂模的或多个样本的批量生产。

适用材料



不同材料的电极靶材（纳米粒子产生来源）

无限制的多组分材料

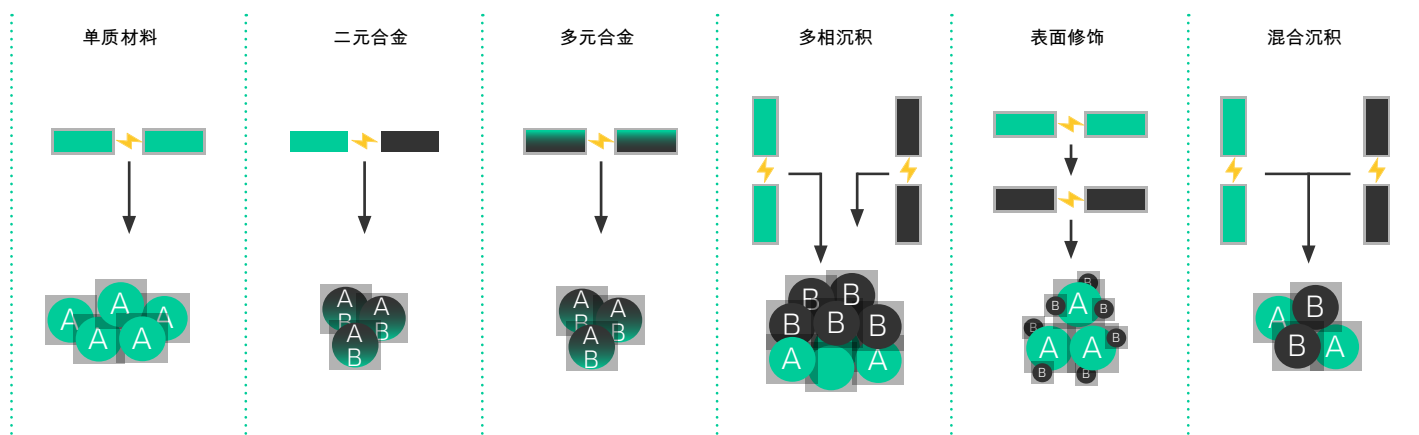
火花烧蚀技术兼容任何可加工成电极的导电或半导体材料。下表中元素周期表中所有突出显示的绿色元素都与 VSP-P1 系统兼容。这使研究人员可以自由地制备、探索和创造范围广泛的纳米材料。通过在单个 VSP-G1 中组合两种不同元素/合金的电极，或通过两个 VSP-G1 纳米粒子发生器（在单个 VSP-P1 系统中）依次或同时合成不同的电极材料，使材料体系的边界进一步拓宽。这种生产方式的多功能性允许使用者合成双金属纳米颗粒、金属氧化物和纳米合金的各种组合，甚至可以从块状形式不混溶的电极中直接获得多元纳米材料。

1																	2
H																	He
Hydrogen																	Helium
1.01																	4
3	4											5	6	7	8	9	10
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Lithium	Beryllium											Boron	Carbon	Nitrogen	Oxygen	Fluorine	Neon
6.94	9.01											10.81	12.01	14.01	16	19	20.18
11	12											13	14	15	16	17	18
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
Sodium	Magnesium											Aluminum	Silicon	Phosphorus	Sulfur	Chlorine	Argon
22.99	24.3											26.98	28.09	30.97	32.06	35.45	39.1
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Potassium	Calcium	Scandium	Titanium	Vanadium	Chromium	Manganese	Iron	Cobalt	Nickel	Copper	Zinc	Gallium	Germanium	Arsenic	Selenium	Bromine	Krypton
39.95	40.08	44.96	47.87	50.94	52	54.94	55.84	58.69	58.93	63.55	65.39	69.72	72.64	74.92	78.96	79.9	83.8
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Rubidium	Strontium	Yttrium	Zirconium	Niobium	Molybdenum	Technetium	Ruthenium	Rhodium	Palladium	Silver	Cadmium	Indium	Tin	Antimony	Tellurium	Iodine	Xenon
85.47	87.62	88.91	91.22	92.91	95.94	98	101.07	102.91	106.42	107.87	112.41	114.82	118.71	121.76	126.9	127.6	131.29
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	Lanthanoids	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Cesium	Barium		Hafnium	Tantalum	Tungsten	Rhenium	Osmium	Iridium	Platinum	Gold	Mercury	Thallium	Lead	Bismuth	Polonium	Astatine	Radon
132.91	137.33		178.49	180.95	183.84	186.21	190.23	192.22	195.08	196.97	200.59	204.38	207.2	208.98	209	210	222
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr	Ra	Actinoids	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
Francium	Radium		Rutherfordium	Dubnium	Seaborgium	Bohrium	Hassium	Moscovium	Darmstadtium	Röntgenium	Copernicium	Nihonium	Flerovium	Moscovium	Livermorium	Tennesine	Oganesson
223	226		262	262	264	266	268	272	277	282	285	286	289	290	293	294	294

Lanthanoids	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Actinoids	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
	138.91	140.12	140.91	144.24	145	150.36	151.96	157.25	158.93	162.5	164.93	167.26	168.93	173.04	174.97
	227	231.04	232.04	237	238.03	243	244	247	247	251	252	257	258	259	261

所有绿色元素都与 VSP-G1 兼容

*: 某些（半）导电材料可能与 VSP-G1 兼容，但由于难以制造成电极而被排除在此表之外。如果您所需的材料未突出显示为与 VSP-G1 兼容，请通过 sales@vsparticle.com 直接与我们联系。



VSP-G1支持多种材料制备，通过改变电极靶材的组分或沉积顺序，可以获得多种不同的材料体系



控制纳米粒子组分

生成的纳米粒子的元素组成主要由电极材料决定。由于在合成过程中不需要额外的有机溶剂和 / 或表面活性剂，可以保证**最终**纳米颗粒组成的纯度。VSP-G1也可以制备氧化物，只需在气流中加入少量氧气即可。如果使用多个 VSP-G1 或两种不同材料的电极，在不同的功率和流量参数下，可实现不同元素组合的纳米粒子的合成。

高通量纳米材料打印

加速材料研究

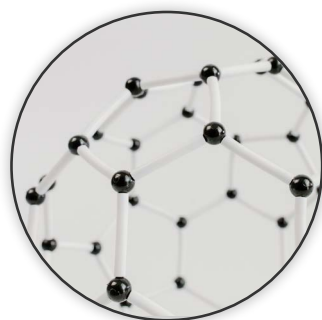
VSP-P1加速材料设计-合成-测试-学习的周期

先进材料可应用于多种特殊场景，其需求在今年来不断增长。而为了获得这样的材料，需要筛选大量潜在的材料组合。考虑到纳米级材料组合更高的潜力，未被开发体系的数量更多。因此，开发用于纳米结构材料的合成和表征的高通量技术十分重要。使用VSP-P1纳米印刷沉积系统，可以自动的打印不同成分和/或层厚的纳米多孔材料。

您可以在本手册的应用部分阅读多个示例，这些示例说明了 VSP-P1 在电催化、气体传感器和 SERS 领域的高通量筛选价值。采用高通量筛选方法可以将新材料开发所需的时间从几个月缩短到几天。



电催化



气体传感器

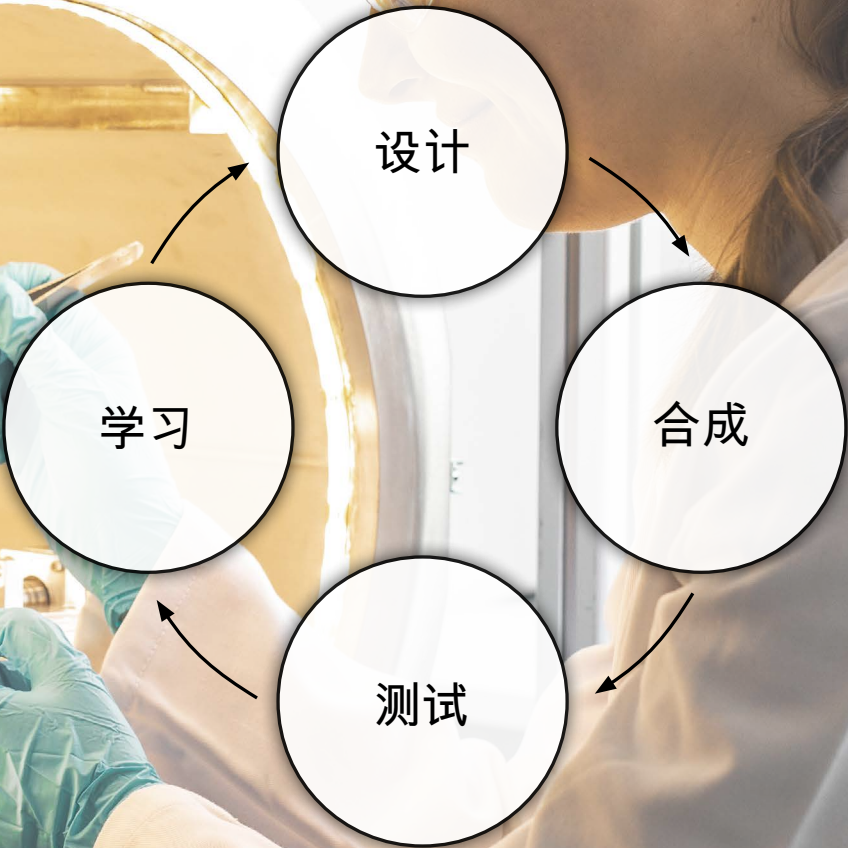


表面增强拉曼

“通过使用 VSP-P1 NanoPrinter，我能够实现我用纳米粒子装饰生物传感器时的所有想法。我真的很喜欢我可以在许多不同的参数之间进行选择，并准确地获得我想要的纳米粒子的大小和数量，而且还可以将不同的材料进行纳米混合化。”

Merlin Palmar - Master's in biomedical engineering at Delft University of Technology, Bioelectronics department





“VSPARTICLE 工具使您能够在任何基材上将不同的材料组合在一起，从而改变它们的功能。在我们的太阳能实验室，我们以多种方式使用了VSPARTICLE 的机器，因为您可以制造不同尺寸和成分的纳米颗粒。它们具有不同的光学特性，因此您实际上可以通过按下按钮来调整从而实现选择性的太阳光吸收。这是我们无法通过其他技术实现的”。

Associate Professor Wilson Smith - UC Boulder


用户控制界面


控制软件


全自动实验


每个 VSP-P1 系统都配备了集成控制器和软件，允许用户控制所有过程参数。控制器系统 (VSP-C1) 使用户能够以两种方式控制实验参数。第一种方法是通过使用集成在 VSP-P1 上的触摸屏，第二种方法是通过计算机进行远程操作。这两种方式均可以实现简单直观的用户界面控制，实现过程参数调整，数据的可视化以及记录。

优势

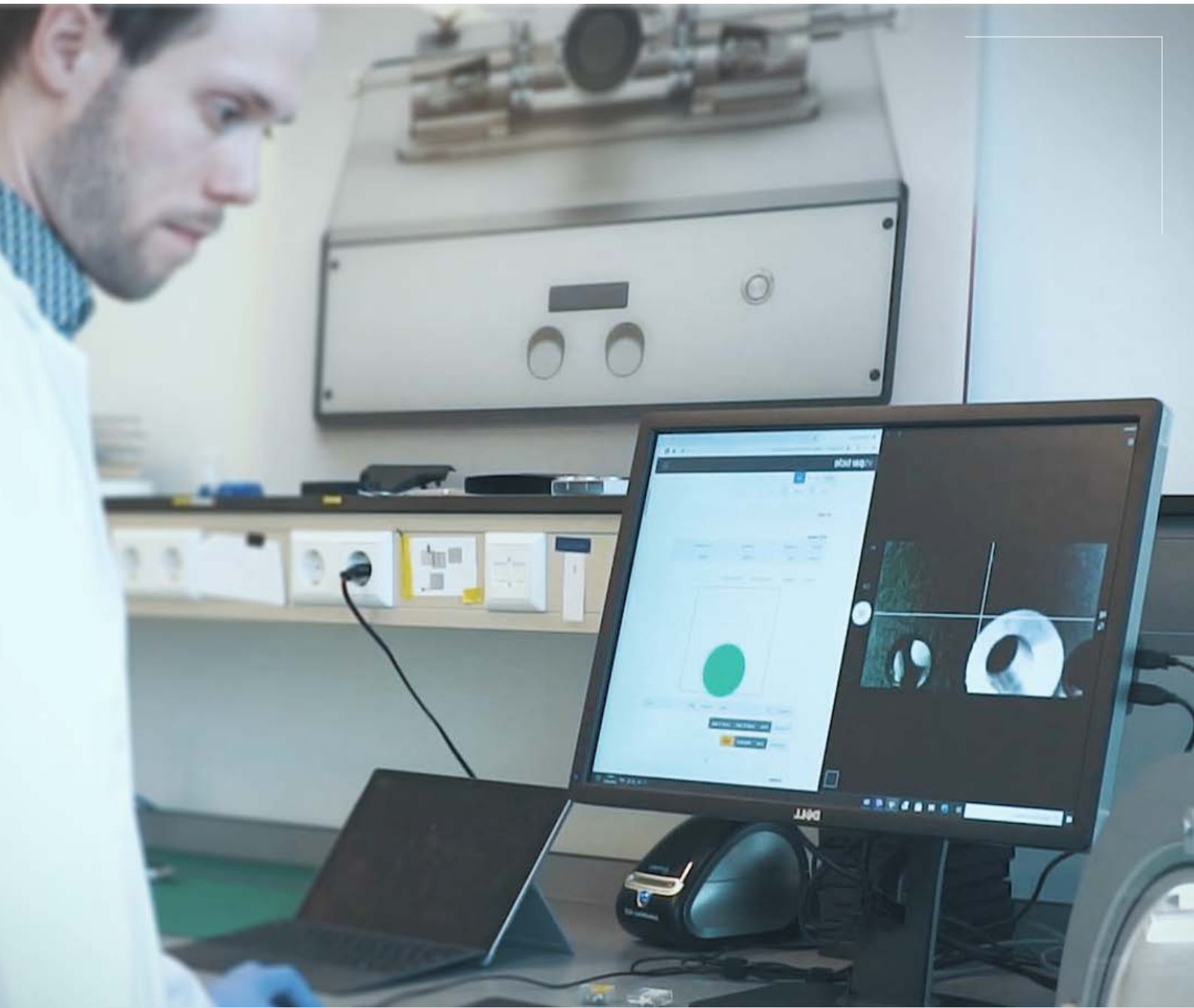
 全自动实验

 远程控制

 数据监控

 操作便捷





“纳米材料印刷沉积系统的多功能性和材料适用性使我们能够在成品微电子设备上打印各种纳米材料。我们现在能够直接加工气体传感器，将粒子沉积在薄膜和其他易碎基板上，无需花费太多精力来寻找好的配方。因为测试非常简单，我们可以经常将研究想法立马进行验证”

PhD Candidate Joost van Ginkel - Department of Microelectronics TUDelft



使用流程

VSP-P1

准备工作

VSP-P1 的操作是一个简单而快速的过程。首先，将选定的目标材料电极装入 VSP-G1 的反应腔中。接下来，将喷嘴和基板放置在真空沉积室内。设置放电功率、流量和侧气流量值。选择适当的图案化脚本并将腔室抽真空。之后，系统准备开始沉积，实验前的整个准备过程大约需要30分钟。所需的沉积时间取决于所需的基板覆盖率、图案和所选电极的烧蚀产率。典型的沉积时间范围从几分钟甚至几秒钟（例如点、线、稀疏层）到几个小时（例如覆盖平方厘米面积范围的全层）。沉积完成后，系统用载气冲洗约2分钟。自动清洗循环以从真空室中去除任何残留纳米颗粒。实验结束后的整个清洗和取样过程大约需要15分钟。

维护和保养

系统设计和工作流程自动化较高，只需要用户进行简单的清洁保养。VSP-G1 系统的反应器可以通过纸巾和管道清洁剂/棉签擦拭反应室、电极支架和电极来清洁。我们建议使用常见的实验室溶剂（例如水、乙醇、异丙醇、丙酮）以获得最佳的清洁效果。更换电极材料时必须进行清洁，为获得最佳效果，请定期清洁建议反应喷嘴。为避免堵塞，还建议使用常用实验室溶剂和超声手段处理定期清洁喷嘴。VSP-P1 系统带有全自动气体清洗方案，可确保实验结束后安全打开腔室。

“..制造新材料对我们来说具有挑战性，因为我们经常需要使用非常困难的化学合成方法，而且还会产生大量不化学废料。通过使用纳米粒子发生器 (VSP-G1) 和尺寸选择器 (VSP-S1)，我们现在实际上只需按下一个按钮，就可以在不产生任何化学废物的情况下制造这些材料，因此这使我们的实验变得更加容易。”

PhD candidate Iris ten Have - Bert Weckhuysen Group, Utrecht



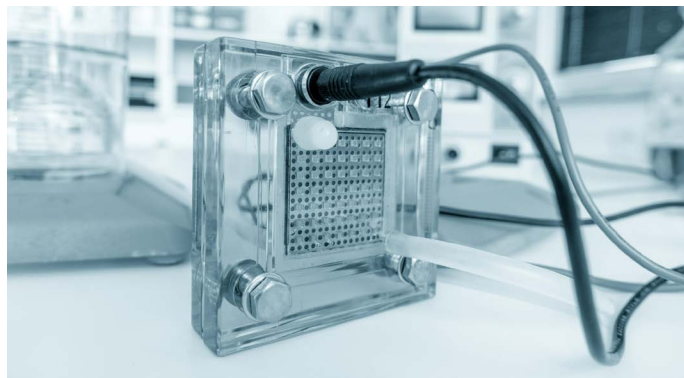
客户支持

购买 VSP-P1 后，我们的团队将与您保持密切合作。该系统将由 VSPARTICLE 工程师安装，还将为用户提供必要的培训。在成功安装和培训后，我们的团队将继续提供必要的技术支持，尤其是在项目的初始阶段提供咨询。我们始终努力与客户保持密切合作，以帮助他们充分利用我们的技术。通过提供专业知识并不断倾听客户的需求，VSPARTICLE 坚持创新，鼓励合作发展的产品理念。



应用案例 - 电催化

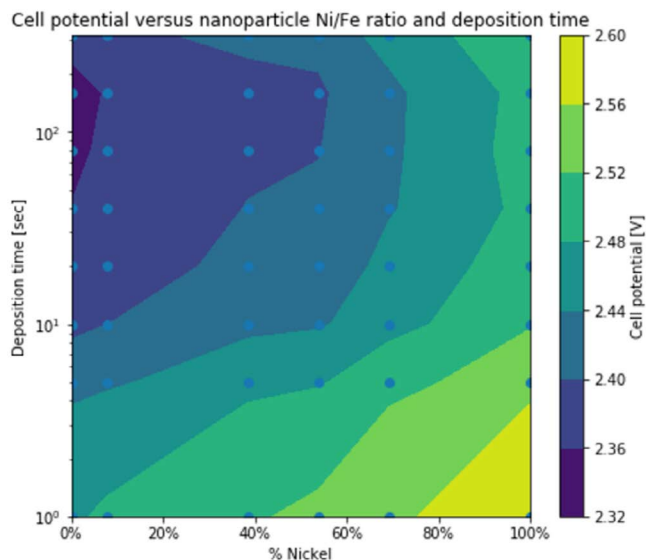
当前，许多性能最好的电催化剂均采用昂贵的贵金属基材料。而为了使电化学过程具有可扩展性和商业可行性，此类电催化剂的贵金属含量必须显著降低，或用更便宜的贱金属作为替代。



高通量打印Ni/Fe 电催化剂

使用连接到 VSP-P1 纳米印刷沉积系统的两个VSP-G1纳米粒子发生器，可以使打印材料成分有更多的组合性。一个很好的例子是我们与Avantium教授合作，进行不同比例电催化剂的高通量筛选实验。

选取不同的 Fe/Ni 比例和不同层厚度，直接在高通量催化测试系统上打印 8 x 8 点阵列（使用 VSP-P1）。然后同时测试这 64 种催化剂的 OER 性能，有效的减少了催化剂筛选时间。



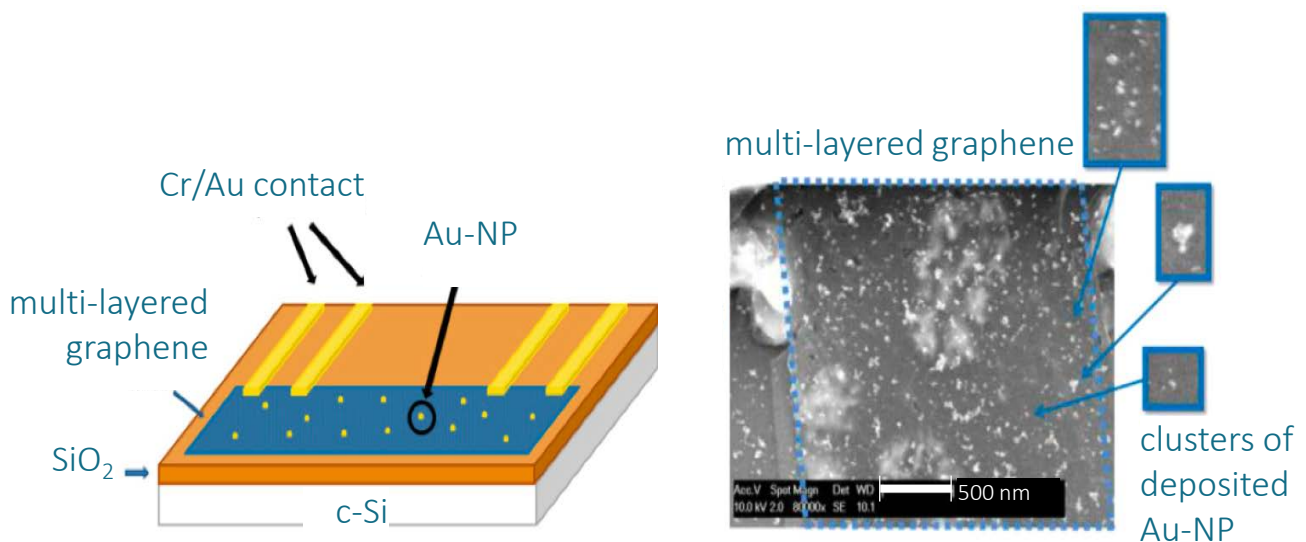
等值线图显示电池电位随镍/铁发生器功率比和沉积时间的变化

Becker, R., Weber, K., Pfeiffer, T.V., Kranendonk, J.V. and Schouten, K.J., 2020. A Scalable High-Throughput Deposition and Screening Setup Relevant to Industrial Electrocatalysis. *Catalysts*, 10(10), p.1165.

应用案例 - 气体传感器

石墨烯传感器

VSP-P1 还可以沉积稀疏的纳米多孔层。在最近发表的一项工作中，Au 纳米颗粒沉积在多层石墨烯 (MLG) 传感器上。Au 纳米颗粒均匀地覆盖了 7% 的器件面积。这种纳米功能化修饰有效地改变MLG 的气体传感性能，使其能在室温下有效运行。

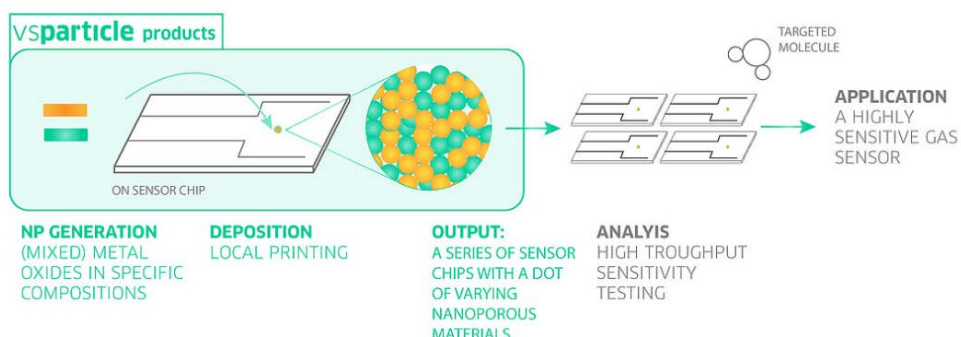


使用 VSP-P1 打印高度分散Au 纳米颗粒的对多层石墨烯传感器功能化

L. Morelli, F. Ricciardella, M. Koole, S. Persijn, S. Vollebregt, Proceedings 2020, 56, 1

金属氧化物(MOx) 气体传感器

当前的金属氧化物(MOx)气体传感器能够检测多种气体，但对单个分子的选择性很差。为了提高选择性，对不同材料组合进行筛选是必要的。使用 VSP-P1，可以局部打印特定成分的混合金属氧化物涂层，整个过程是自动且可重复的，可以快速筛选不同的组合。

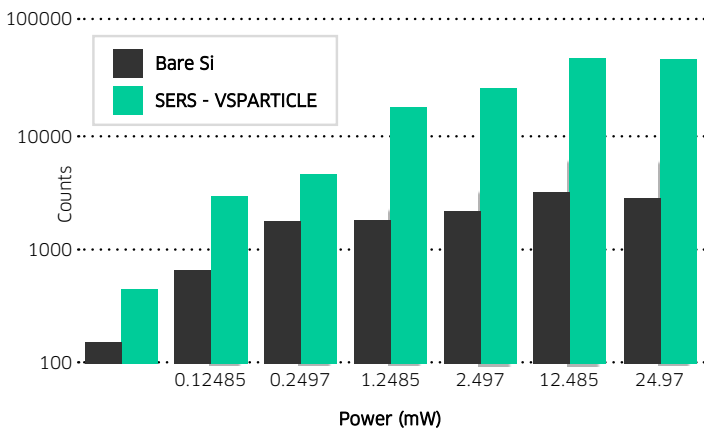




应用案例 - SERS 开发

SERS 优化

表面增强拉曼光谱 (SERS) 是一种高度灵敏的检测技术，可以极大地促进化学和生物传感技术。在多领域的应用。由于局部表面等离子体共振 (LSPR) 效应，SERS 基板可对拉曼信号提供几个数量级的电磁增强，克服了拉曼光谱的固有问题——信号不足。这一效应可通过使用纳米结构表面来实现，例如金、银或铜等金属材料。另外纳米结构表面颗粒的尺寸、形状和分布也会显著影响 SERS 基板的增强效果。

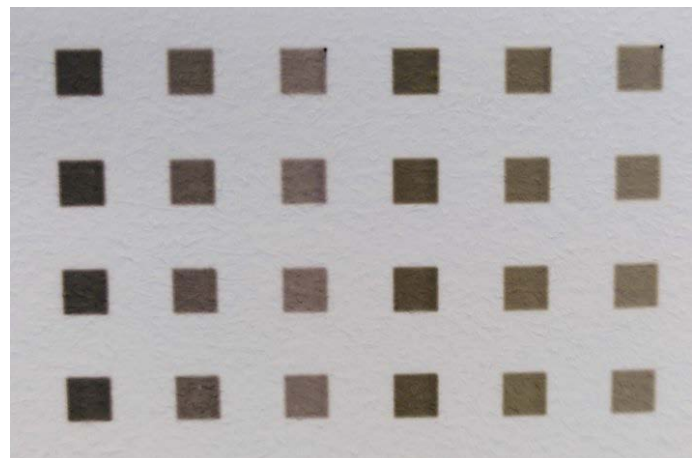


VSPARTICLE的VSP-P1纳米印刷沉积系统制备的裸Si衬底和Au沉积SERS衬底的区别。结果由教授小组提供。—Ventsislav K Valev from University of Bath.

利用VSP-P1纳米印刷沉积系统进行无配体印刷纳米粒子印刷，制备由纳米多孔结构构成的传感器是，该方法已被证明对于开发用于不同物质分析的SERS基板非常有效。此外，由于样品制备简单且自动化程度高，基板的优化可在数月内实现。另外该技术的可重现性较好，当使用不同的基板时，不需要改变纳米粒子的合成和沉积过程即可实现批量合成工艺。

沉积具有不同层厚度，不同图案的纳米结构多孔结构是可行的。这种方法最近也被应用于开发 Cu SERS 基板的文献中，该基板在低温热处理后显著增强了罗丹明 B 的拉曼信号 (S. Aghajani, 2020)。同一作者还选择性地沉积了 3D 打印的金纳米结构层，并发现可以通过低温热处理调整其光学行为并优化对特定生物分析物的响应

——(S.Aghajani, 2021)



一批不同粒径和层厚的样品批次打印

VSP 全自动纳米沉积平台

产品介绍

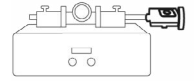
可以通过使用产品组合，利用一种或多种配件来沉积由VSP-G1生产的颗粒。VSPARTICLE 不断致力于开发新的沉积系统，以满足学术界和工业界不断扩大的研究需求。VSP-G1 纳米粒子发生器是 VSPARTICLE 的核心，旨在轻松连接到任何 VSPARTICLE 的其它产品。这种程度的灵活性和模块化将确保研究人员可以自由组装满足其研究需求的装置。

系统模块

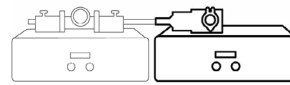
轻松将VSP-G1与任意模块组合使用



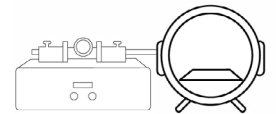
VSP-电极靶材



VSP-A 系列
扩散、过滤、冲压



VSP-S1
粒径筛选沉积系统



VSP-P1
纳米印刷沉积系统



“样品制备适用于多种尺寸的金属纳米颗粒。这确保了 TEM 机器上的宝贵机时得到充分利用。此外，在沉积之前通过设置调整粒度使我们能够研究金属纳米颗粒对给定催化反应的尺寸依赖性。总体而言，制作一个样品只需要不到一个小时，并且可以使用相同的 MEMS 设备。”

Dr. Charlotte Vogt - Assistant professor at Technion - Israel Institute of Technology



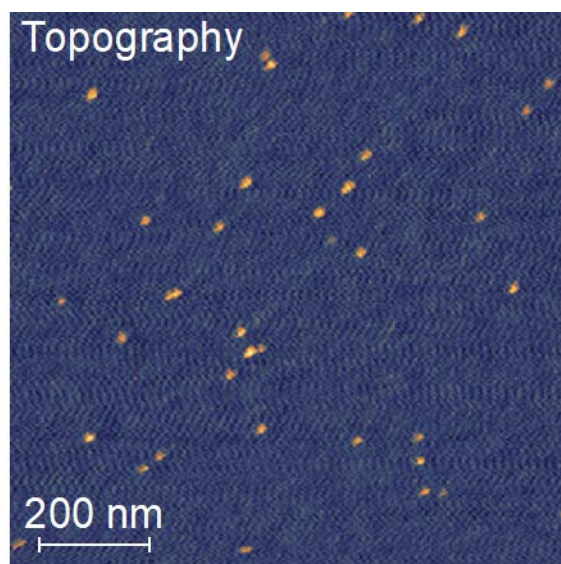


打印特定尺寸的颗粒

案例展示：VSP-G1 + S1 + P1

VSPARTICLE 的产品模块极大地增加了研究人员的选择性。这里我们通过打印选定尺寸的纳米粒子，展示了如何结合 VSPARTICLE 的技术来制备高度筛选的材料例子。VSP-G1 纳米粒子发生器、VSP-S1 粒径筛选系统和 VSP-P1 纳米印刷沉积系统串联在一起，以精确打印 3 nm 的 Pt 粒子。

纳米粒子在 VSP-G1 中生成，由 VSP-S1 选择尺寸，然后使用 VSP-P1 打印在所需的基板表面（Si 基片）。利用这种方法，可进行特定颗粒尺寸组成的稀疏层沉积。



由乌得勒支大学无机化学和催化小组提供

基本参数

进气/出气	6 mm 不锈钢管 (含Swagelok 转接头)
尺寸	147 x 90 x 70 cm
重量	约220 kg
电源	120 - 240 V AC 将根据国家/地区提供电源插头
环境要求	连接实验室通风系统 不需要放置在洁净室中

技术参数

产率	0.01 - 100 mg/h (根据材料决定)
初始颗粒粒径	1 - 20 nm
运行环境	室温或低真空(0.2 mbar - 1 mbar)
气体种类	Ar or N ₂ (推荐纯度99.999%) 与VSPARTICLE 确认后, 可与反应性气体 (如 O ₂ 或 H ₂) 结合
适用材料	适用于任何导电或半导体材料
基底尺寸	Max. 20 x 20 cm
最大打印区域	15 x 15 cm
涂层厚度	稀疏的团簇 (100 nm) 到几 μm
涂层结构	纳米多孔结构
斑点尺寸	100 μm - 1 cm
打印精准度	10 μm

设备配置

每个标准 VSP-P1 系统都包括 VSP-G1 纳米粒子发生器和系统运行所需的所有组件 (例如 Bronkhorst 质量流量控制器、真空泵、3 种不同尺寸的喷嘴、Cu 电极和用于控制实验参数的用户界面), 用户负责提供气源和电源 (标准电源连接)。

相关文献

Generation of nanoparticles by spark discharge,

Tabrizi, N. S. et al., Journal of Nanoparticle Research (2009), doi: 10.1007/s11051-008-9407-y

New developments in spark production of nanoparticles

Pfeiffer, T. V. et al., Advanced Powder Technology (2014), doi: 10.1016/j.appt.2013.12.005

Atomic Cluster Generation with an Atmospheric Pressure Spark Discharge Generator,

Maisser, A. et al., Aerosol Science and Technology (2015), doi: 10.1080/02786826.2015.1080812

Spark Ablation: Building Blocks for Nanotechnology

Edited by Schmidt-Ott, A., CRC Press (2019)



VSP-G1可以大幅度减少材料的开发时间

关于我们

赋能材料科学家

VSPARTICLE 成立于 2014 年，是代尔夫特理工大学的衍生公司。从成立之初起，我们的目标便一直是为学术和工业研究人员提供工具，以快速推进纳米技术的领域的进步，以加速新材料和产品的发现。

凭借在气溶胶合成方面 20 多年的经验，在我们年轻而充满激情的科学家和工程师团队的帮助下，VSPARTICLE 的技术正在开启一个全新的纳米级研究方法，它将使研究人员能够重塑生产流程并开发新材料以推动创新应用。



Aaike van Vugt
联合创始人 & CEO

Prof.dr. Andreas Schmidt-Ott
联合创始人 & 技术发明人

轻轻一键，合成理想的纳米粒子



VSParticle中国体验中心

地址：上海市闵行区申滨路88号虹桥丽宝广场T5-705

电话：400 857 8882

网站：www.vsparticle.com



vsparticle