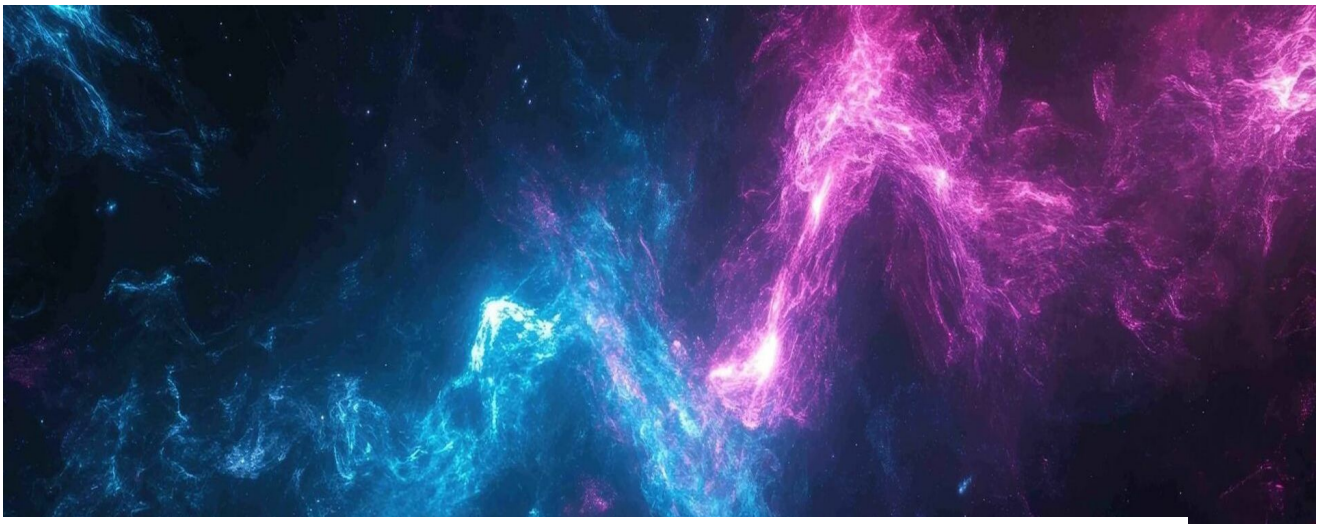


JENNIFER LIEB

Was ist Plasma – und was hat es mit meinem Handy zu tun?

Plasma ist nicht fest, nicht flüssig und auch nicht gasförmig. Plasma gibt es in Blitzen, im Polarlicht, in den Herzen aller Sterne – und es ist unverzichtbar für die Mikrochipfertigung. Alles über den verrückten Stoff und wie er Industrie und Fortschritt prägt.

Von vorne: Was ist Plasma überhaupt?

Nüchtern gesprochen ist Plasma schlicht der vierte Aggregatzustand, den Materie annehmen kann. Wer fester Materie immer mehr Energie zuführt, zum Beispiel Wärme, erhält zunächst eine Flüssigkeit und dann ein Gas. Wer jetzt noch weitermacht, bekommt Plasma.

Wie entsteht Plasma denn?

In normalem Gas sind Atomkern und Elektronen fest aneinandergebunden – das Atom ist elektrisch neutral und friedlich. Stresst man das Gas aber mit immer mehr Energiezufuhr, prallen die Atome so heftig aneinander, dass die Bindungskräfte schwinden und die Elektronen aus ihrer Hülle gerissen werden. Das Gas verwandelt sich in eine vogelwilde Teilchensuppe aus frei beweglichen, negativen Elektronen und positiv geladenen Atomkernen. Die Plasmawerdung nennt man Ionisierung. In der Natur passiert das meist auf die harte Tour: Entweder durch unvorstellbare Hitze, wie im 15 Millionen Grad heißen Kern der Sonne, oder durch gewaltige elektrische Entladungen, wenn ein Blitzschlag mit Millionen Volt die Luftmoleküle ionisiert.

Wie kann man Plasma künstlich herstellen?

Die Industrie regelt die Plasmaherstellung mit säuberlich austarierter Elektrizität in einer High-Tech-Küche: Die Werkstücke liegen in einer Vakuumkammer. In die Kammer strömt ein Edelgas, zum Beispiel Argon. In der Vakuumkammer passiert zwar die Plasma-Magie. Das eigentlich technisch Anspruchsvolle jedoch passiert außerhalb: Spezialgeneratoren, zum Beispiel aus dem TRUMPF Portfolio, wandeln die normale Netzspannung in hochfrequente oder gepulste Spannung um und schießen diese Energie direkt in das Gas im Vakuum. Das elektrische Feld reißt die Elektronen schlagartig mit und verursacht unter ihnen Millionen Kollisionen. Voilà: Plasma. Der Generator ist hier der Dirigent. Er steuert und balanciert Stromstärke, Spannung und Frequenz im Millisekundenbereich und verpasst dem Plasma exakt die Formen und Eigenschaften, die man für die jeweilige Anwendung braucht – zum Beispiel zur Oberflächenbehandlung oder ultradünnen Beschichtung.

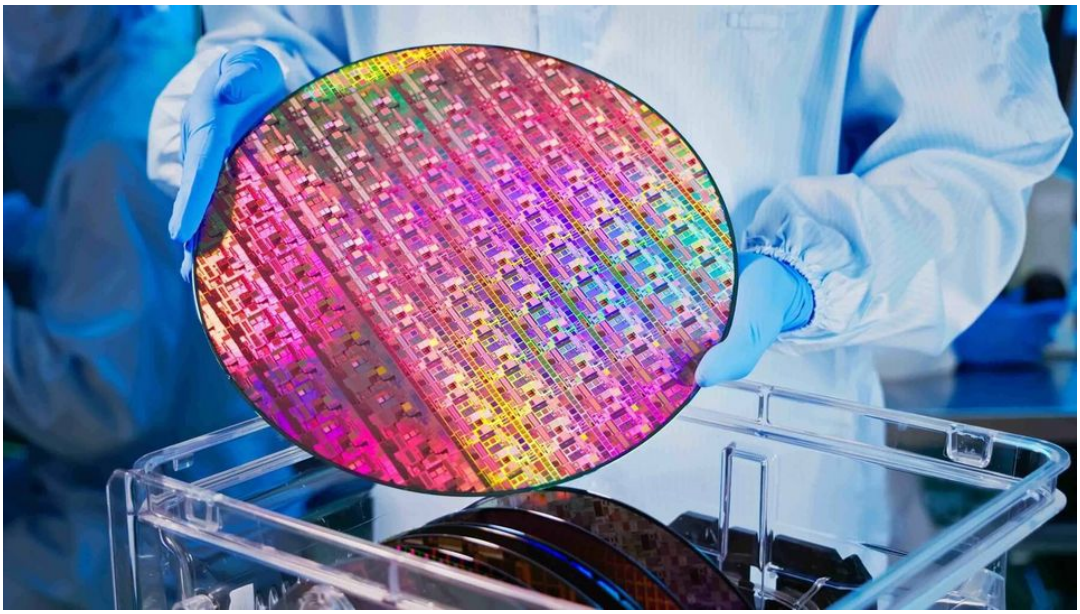
In dieser Vakuumkammer entsteht leuchtendes Plasma zum Beschichten. Die technische Herausforderung meistert aber der angeschlossene Hightech-Generator im Hintergrund.

Was findet die Industrie so toll an Plasma?

Obwohl Plasma in freier Wildbahn ein stürmischer Haufen ist, gibt es unter industriellen Bedingungen keinen Materiezustand, der sich so leicht bändigen und so präzise steuern lässt – atomgenau sogar. Denn Plasma ist elektrisch extrem leitfähig und reagiert deswegen hochsensibel auf elektromagnetische Felder, die der Spezialgenerator erzeugt. Diese Felder greifen das Plasma wie unsichtbare Pinzetten, dehnen oder stauchen es, beschleunigen es oder halten es schwebend im Raum. Zweitens ist Plasma chemisch hochreaktiv. Die frei flottierenden Ionen wollen sich unbedingt wieder binden und greifen deshalb jedes Material an, das man an sie heranlässt. Die Industrie verwendet Plasma für vieles: zum Beispiel zur Oberflächenbehandlung höchst verschiedener Materialien, etwa zur Härtung, oder zur Sterilisation hitzeempfindlicher Medizinprodukte. Doch gerade die Kombination der Eigenschaften „präzise steuerbar“ und „hochreaktiv“ macht Plasma unverzichtbar in der Mikrochipfertigung.

Was macht man mit Plasma in der Chipfertigung?

Mikrochips werden auf Siliziumwafern Schicht um Schicht aufgebaut und das Plasma sagt den Atomen, wo auf dem Wafer sie sein dürfen und wo nicht. Auf einem fingernagelgroßen Stück Wafer drängen sich heutzutage Milliarden Transistoren. Die Dimensionen sind so winzig, da kommt man mit Werkzeugen aus der normalen Welt nicht weiter und greift deswegen zu Plasma. In der Praxis übernimmt das Plasma zwei Hauptaufgaben: Beim Ätzen wirkt ein gezielter Plasmaschauer wie ein Sandstrahler auf Atomebene. Er trägt mikroskopisch feine Muster ab, sodass winzige Leiterbahnstrukturen entstehen. Beim Beschichten arbeitet das Plasma als Platzanweiser für Atome. Plasma lässt Gase zu gezielten Oberflächenschichten auf dem Wafer reagieren oder schlägt Atome wie Billardkugeln aus einem Metallstück heraus, damit sie sich atomlagengenau als Isolator oder Leiterbahn auf dem Wafer ablegen.



Auf solchen Siliziumwafern entstehen die Mikrochips Schicht um Schicht. Ohne das Werkzeug Plasma würde das schlicht nicht funktionieren.

Und was hat Plasma jetzt mit meinem Handy zu tun?

Ganz einfach: Ohne von Generatoren dirigiertes Plasma gäbe es keine Hochleistungschips, die heute in praktisch in allen fortschrittlichen Geräten ihren Dienst tun. Ohne Plasma hätte niemand einen Computer, es gäbe keine KI, kein Internet – und kein Handy.

JENNIFER LIEB

TRUMPF GROUP COMMUNICATIONS