

UBS-C2

Unipolare/Bipolare Schalteinheit
für das Puls-Magnetron-Sputtern

Besonderheiten

Die Puls-Magnetron-Sputter-Technologie (PMS) garantiert beste Ergebnisse durch

- hohe Beschichtungsraten
- Prozeßstabilität über lange Zeiträume
- verbesserte Schichteigenschaften.

Auf der Grundlage seiner führenden Position in dieser Technologie entwickelt das Fraunhofer-Institut für Elektrostrahl- und Plasmatechnik kundenspezifische Schichtsysteme sowie komplette Hard- und Software-Pakete zur Nutzung der PMS-Technologie für das Labor ebenso wie für den industriellen Einsatz.

Eine Schlüsselkomponente solcher »integrierter Pakete« ist die multifunktionelle Schalteinheit UBS-C2 für unipolares oder bipolares Puls-Magnetron-Sputtern. Die UBS-C2 gehört zur

Familie der innovativen Puls-Sputter-Stromversorgungen i-PULSE® des Fraunhofer FEP.

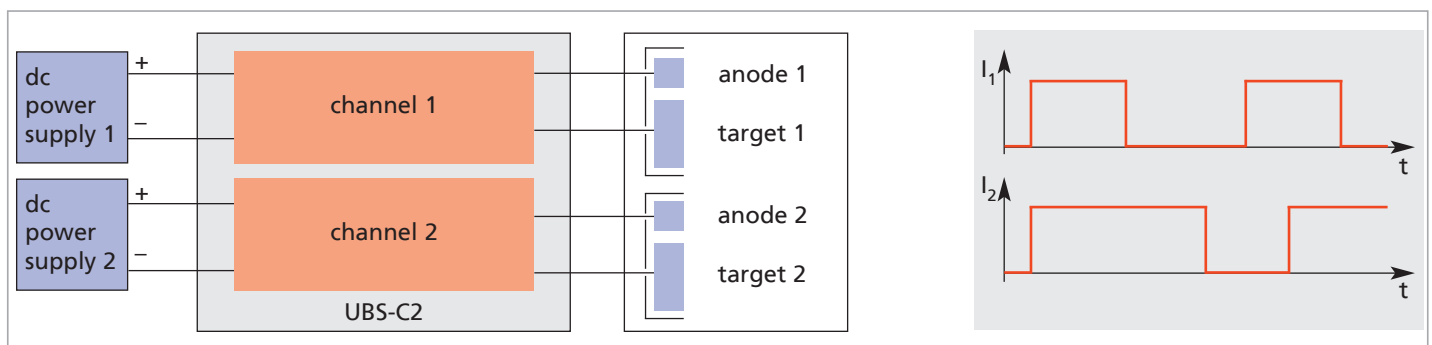
Die Puls-Betriebsarten haben Einfluß auf die Schichteigenschaften. Das einzigartige Merkmal der UBS-C2 - die freie Wahl der Puls-Betriebsart und der Pulsparameter – erlaubt es, den Energieeintrag in die wachsenden Schichten zu steuern. Gleichzeitig eröffnet es neue Freiheitsgrade für die Optimierung der Schichteigenschaften, wobei ähnliche Effekte erreicht werden wie mit den »klassischen« Optimierungsparametern wie Prozeßdruck, Substrat-Temperatur oder Substrat-Bias.

Mit den Puls-Sputter-Technologien können Schichten mit sehr hoher Sputter-Rate auf kalten Substraten mit

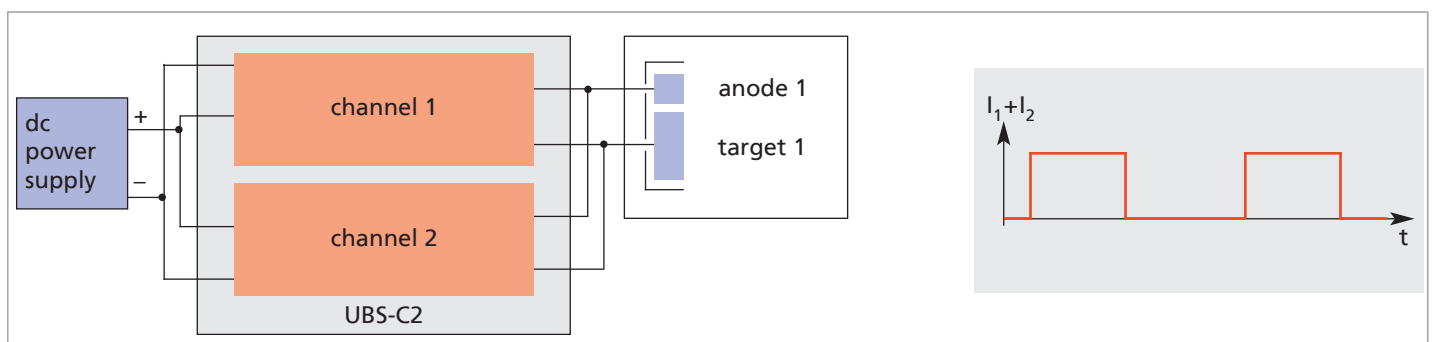
solchen Eigenschaften abgeschieden werden, die beim DC- oder RF-Sputtern hohe Substrat-Temperaturen oder Bias erfordern.

Die UBS-C2 ist mit ihrer außerordentlichen Flexibilität zur Steuerung von wichtigen Plasmamparametern ein hervorragendes Werkzeug, um optimale Schichten in Forschung und Produktion herzustellen.

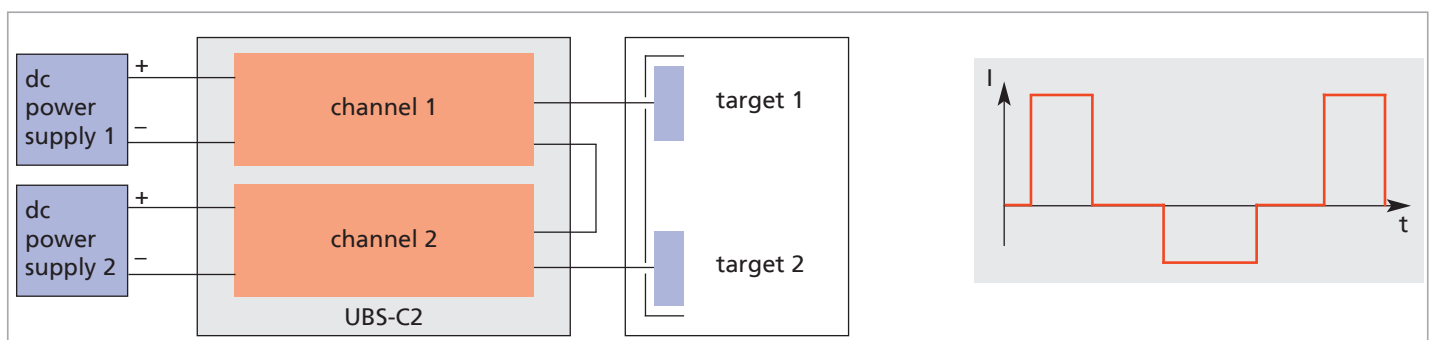
Der Vorteil der Puls-Betriebsarten für die Optimierung ist im Falle von Titanoxid offensichtlich. Die kristallinen Phasen der bei einer Beschichtungsrate von 50 nm·m/min abgeschiedenen Schichten sind beispielsweise im Unipolarbetrieb anatase, während sie im Bipolarbetrieb rutil sind.



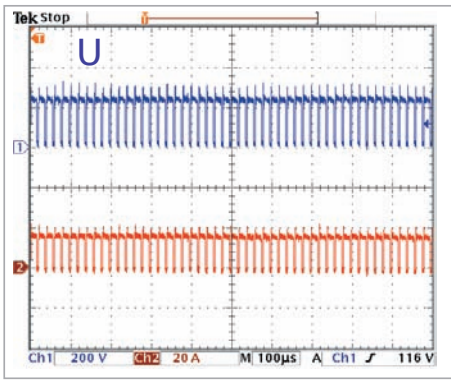
UBS-C2 und zwei Gleichstromversorgungen zur separaten Speisung von zwei Einzelmagnetronen im Unipolarbetrieb



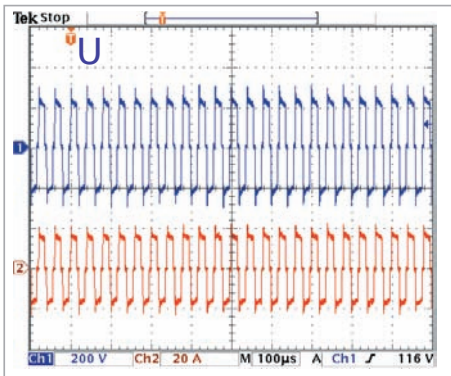
UBS-C2 mit parallelgeschalteten Kanälen und einer Gleichstromversorgung zur Speisung eines Magnetrons im Unipolarbetrieb



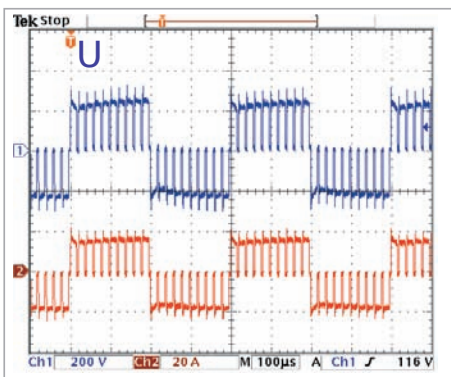
UBS-C2 und zwei Gleichstromversorgungen zur bipolaren Speisung eines Dual-Magnetron-Systems



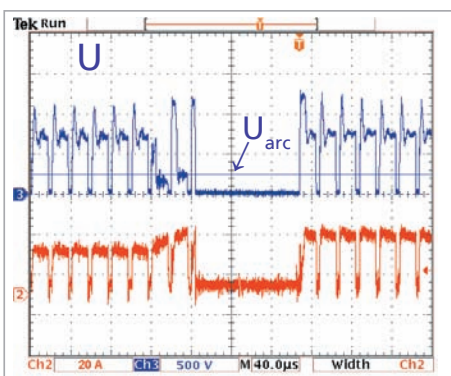
Unipolares Sputtern



Bipolares Sputtern



Pulspaketbetrieb



Arc-Handling mit $N_{arc} = 3$ und $U_{arc} = 250$ V

Funktionen

Die UBS-C2 wandelt Gleichstrom in rechteckförmige Strompulse und ermöglicht Dank ihres intelligenten Arc-Handlings sehr geringe Arc-Energie trotz hoher Pulsleistung.

Sie ist eine Puls-Stromversorgung mit höchster Flexibilität für unterschiedliche Magnetronanordnungen und Betriebsarten wie

- Unipolar – unabhängige oder synchrone Versorgung von einem oder zwei Magnetrons, auch in verschiedenen Vakuum-Kammern (versteckte Anode empfohlen für isolierende Schichten)
- Bipolar – zweikanalige Versorgung eines Dual-Magnetrons mit periodischem Polaritätswechsel
- Pulspaket-Option für unipolaren und bipolaren Betrieb ermöglicht neue Technologien mit verbesserter Stabilität und Energieausbeute.

Außerdem bietet die UBS-C2 weitere Prozessoptionen wie

- Co-Sputtern unterschiedlicher Materialien in allen Betriebsarten
- Puls-Bias-Sputtern
- Schnittstelle zur Prozessereinheit wie z. B. PCU^{plus}.

Anwendungen

Die PMS-Technologie findet Anwendung z. B. bei

- der reaktiven Abscheidung von isolierenden Verbindungsschichten wie Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , Nb_2O_3 , SnO_2 , ZnO_2 usw. für Architekturglasbeschichtung, Optik, Dekorbeschichtung, Hartstoffschichten auf Werkzeugen sowie für Sensortechnologien.
- Abscheidung von speziellen Schichten, z. B. Aluminium und Kohlenstoff für die Mikroelektronik und Speichermedien (CD, DVD).

Hard- und Software

• Arc-Erkennung

Ein Arc wird erkannt, wenn ein Ausgangsstrom fließt und die Ausgangsspannung unter den mit dem Parameter U_{arc} festgelegten Wert fällt.

• Arc-Klassifizierung

In einigen Anwendungen ist es sinnvoll, eine bestimmte Anzahl von selbstverlöschenden Arcs zur Reinigung des Targets zuzulassen. Das

intelligente Arc-Handling der UBS-C2 gibt dem Anwender die Möglichkeit, bis zu 3 Arc-Klassen zu definieren: Klasse A (Mikro-Arcs), Klasse B (Medium-Arcs) und Klasse C (harte Arcs). Die Parameter N_{arcA} und N_{arcB} repräsentieren die Anzahl von unmittelbar aufeinander folgenden Pulsen, in denen ein Arc erkannt wurde (Arc-Pulse). Besteht ein Arc-Ereignis aus einer Anzahl von Arc-Pulsen, die kleiner ist als N_{arcA} , dann wird ein Arc der Klasse A gezählt. Ist die Anzahl größer als N_{arcA} , aber kleiner als N_{arcB} , dann wird ein Arc der Klasse B gezählt. Bei mehr als mit N_{arcB} festgelegten aufeinander folgenden Arc-Pulsen wird ein Arc der Klasse C gezählt und für eine definierbare Zeit abgeschaltet.

• Arc-Dauer

Die Zeit, die ein Arc andauern kann wird entweder – wenn keine Arc-Klassifizierung erfolgt – mit dem Parameter t_{delay} (Zeitverzögerung von der Erkennung des Arcs bis zur Abschaltung) oder durch die Anzahl aufeinanderfolgender Arc-Pulse festgelegt. Auf diese Weise kann das Arc-Handling den Prozeßgegebenheiten z. B. DC-Prozeß oder Sputtern mit niedrigen oder hohen Pulsfrequenzen sehr flexibel angepasst werden.

• Strombegrenzung bei Arc

Steigt der Strom bei einem Arc signifikant an (z. B. wenn relativ viele Arc-Pulse zugelassen werden), dann wird der Strom auf den mit dem Parameter I_{max} festgelegten Wert begrenzt.

• Arc-Zählung

Arcs werden separat für jede Klasse und jeden Kanal gezählt. Die Zählerstände sowie die berechneten Arc-Dichten können am Display angezeigt oder über die Profibus-Schnittstelle ausgelesen werden.

• Pulspaket-Arc-Handling

In der Pulspaket-Betriebsart bietet die UBS-C2 ein spezielles Pulspaket-Arc-Handling. Hierbei wird, wenn während eines Pulspaketes ein Arc erkannt wird, auf die jeweils andere Polarität umgeschaltet, um den Arc zu löschen. Dabei kann die Anzahl von Pulsen für dieses sogenannte Arc-Paket festgelegt werden. Die Prozeßstabilität wird entscheidend erhöht, da das Pulsen nicht unterbrochen werden muß. Um eine symmetrische Leistungsaufteilung zu erreichen, werden die durch ein unterbrochenes Pulspaket fehlenden Pulse an das folgende Pulspaket gleicher Polarität angehängt.

Spezielle Eigenschaften und technische Daten der UBS-C2:

- als Zusatzgerät für alle gängigen DC-Sputter-Stromversorgungen geeignet
- Stromquellencharakteristik
- zwei Kanäle, die getrennt oder gemeinsam betrieben werden können
- Wahlfreiheit der Puls-Betriebsart:
 - unipolar mit einem oder zwei einzelnen Magnetrons
 - bipolar mit einem Dual-Magnetron
- Bipolarbetrieb ist mit symmetrischer oder unsymmetrischer Pulsung möglich
- Pulspaket-Betrieb ist optional verfügbar
- Pulsfrequenz und Pulsbreitenverhältnis sind in weiten Grenzen einstellbar von 1 kHz: 0,3 % ... 99,7 % bis 50 kHz: 15 % ... 85 %
- Pulsströme je Kanal bis 80 A, bei Parallelschaltung der Kanäle bis 160 A
- hohe Ausgangsspannungen bis 1600 V
- Anschluß an eine oder zwei Gleichstromversorgungen in allen Betriebsarten möglich
- Arc-Erkennung und -zählung
- Arc-Löschung innerhalb 1 µs
- Arc-Restenergie kleiner als 5 mJ
- Schnittstelle für die Fernsteuerung: Profibus DP

Regelungsart	Stromregelung (Leistungs- oder Spannungsregelung über die DC-Versorgung)
Betriebsarten	DC, Unipolar (unabhängig oder synchron), Bipolar, Pulspaket (optional)
maximale Eingangsspannung (von der DC-Versorgung)	<ul style="list-style-type: none">• 1000 V• bis 1500 V auf Anfrage
Anzahl Kanäle	2
maximaler Ausgangsstrom pro Kanal	<ul style="list-style-type: none">• 80 A (unipolar)• 60 A (bipolar)
maximale Ausgangsspannung	1600 V (gepulst)
maximale DC-Leistung pro Kanal	30 kW (abhängig von der Prozeßimpedanz)
Pulsfrequenz	1 ... 50 kHz
Duty Cycle (Pulsbreitenverhältnis)	der Bereich ist abhängig von Pulsfrequenz und Betriebsart <ul style="list-style-type: none">• 15 ... 85 % bei 50 kHz• 0,3 ... 99,7 % bei 1 kHz
Arc-Handling	<ul style="list-style-type: none">• Arc-Erkennung und -löschung• Arc-Klassifizierung• Pulspaket-Arc-Handling (optional)
Schnittstellen	<ul style="list-style-type: none">• Profibus DP• Analog (Mittelwerte für Pulsstrom und Pulsspannung zur direkten Einspeisung in Prozessregeleinheiten, z. B. PCU^{plus})• Analog für Oszillograph und Multimeter
Abmessungen (Breite x Höhe x Tiefe)	480 mm x 400 mm x 600 mm (19" x 9 HE x 84 TE)
Gewicht	100 kg
Einbau	waagrecht in 19"-Schrank mit jeweils 1 HE frei unter- und oberhalb des Gerätes
Umgebungsbedingungen	min. 10 °C, max. 45 °C, Luftfeuchtigkeit < 80 %
Netzspannungen / Sicherungen	<ul style="list-style-type: none">• 230 V 50 / 60 Hz, 2,5 A• 115 V 50 / 60 Hz, 5 A } 50 / 60 Hz

Achtung: Die technischen Daten spezifizieren Parameter und Grenzen der UBS-C2, die unter verschiedensten Prozeßbedingungen mit unterschiedlichen Materialien an Sputter-Anlagen des Fraunhofer FEP und anderer Anwender verifiziert wurden. Es kann nicht garantiert werden, daß alle Parameter und Grenzen an jeder Sputter-Anlage, mit allen Target-Materialien und Reaktivgasen und unter allen möglichen Prozeßbedingungen erreicht werden. Wir beraten Sie dazu gern.

Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP

Winterbergstraße 28
01277 Dresden, Deutschland
www.fep.fraunhofer.de
info@fep.fraunhofer.de

Rainer Labitzke
rainer.labitzke@fep.fraunhofer.de
Telefon +49 351 2586-328
Fax +49 351 2586-55-328

Dr. Peter Frach
peter.frach@fep.fraunhofer.de
Telefon +49 351 2586-370
Fax +49 351 2586-55-370