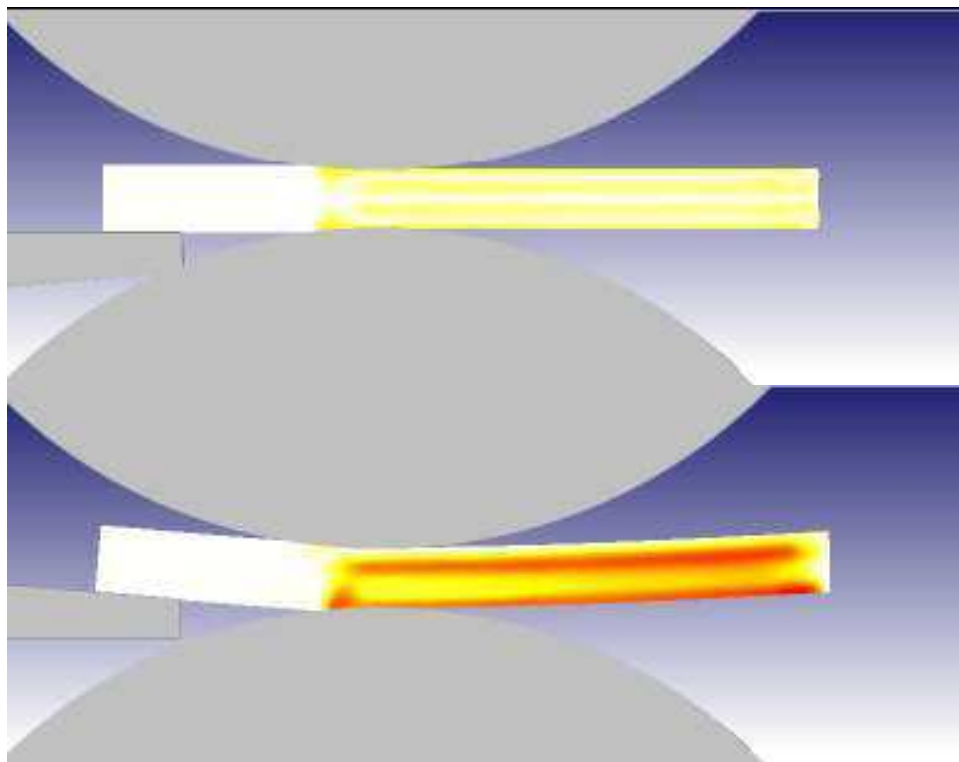


Мишени установки ионного распыления

Компания H.C. Starck является один из крупнейших в мире производителей тугоплавких металлов, в том числе и тантала. Среди прочих видов изделий, которые они поставляют, присутствуют также материалы для процессов распыления. Распыление является физическим процессом нанесения покрытия конденсацией из паровой (газовой) фазы (PVD), применяемым в производстве электроники. Мишень установки – это обычно пластина или диск менее одного дюйма толщиной из сверхчистого металла. Пучок ионов или плазма используются для выбивания атомов из мишени, которые затем осаживаются тонким слоем на электронных деталях. Для достижения равномерной толщины и одинакового качества покрытия во время процесса напыления кристаллографическая «текстура» мишени должна быть однородной.

Текстура описывает кристаллографическую ориентацию зерен в материале. Во время производства мишеней установки, текстура изменяется из-за возникающих деформаций. Компания H.C. Starck использует процесс прокатки для изменения микроструктуры и достижения желаемой формы изделия. При традиционном способе прокатки наблюдается изменение в текстуре между поверхностью и серединой (по толщине) в прокатанной пластине. Компания H.C. Starck использовала моделирование в программе DEFORM, чтобы определить причину возникновения градиента текстуры в танталовой пластине и изучить альтернативные методы обработки для получения пластины необходимой формы с минимальным градиентом текстуры.



На рисунках представлено распределение сдвиговой деформации (верхний рисунок – обычная прокатка, нижний рисунок – наклонная прокатка), где красным цветом выделены зоны больших деформаций. Наклонная прокатка обеспечивает присутствие сдвиговой деформации в середине (по толщине) пластины.

Наш адрес:

ООО «АРТЕХ»
127015, Москва, ул. Новодмитровская,
д.5А, стр. 1, оф.1509Б

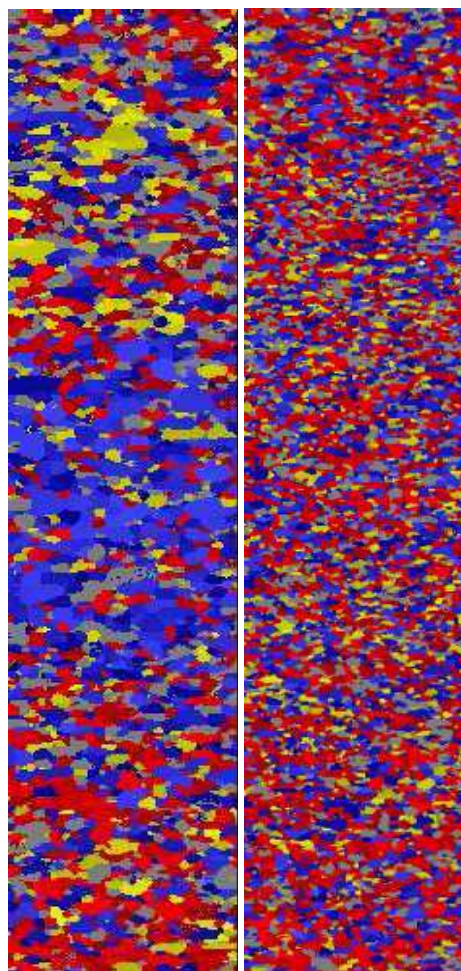
Телефон/факс: (495) 795-64-48

Web: www.artech-eng.ru

E-mail: info@artech-eng.ru

С целью изучения текстуры, в DEFORM была введена постоянная вязкопластическая (VPSC) модель материала. Это кристаллическая модель пластичности была разработана Carlos Tome в лаборатории Los Alamos National Lab. Кристаллические модели пластичности позволяют прогнозировать развитие текстуры в зависимости от компонентов деформации и начальной текстуры. Они определяют кристаллографические «плоскости скольжения» и дают представление о деформации и повороте зерен в зависимости от полей деформаций и напряжений.

Моделирование в DEFORM-2D обычного процесса прокатки показало равномерную нормальную деформацию по толщине. Однако, значения деформации сдвига были выше на поверхности и на расстоянии четверти толщины от поверхности, но близкими к нулю в середине пластины. Когда компоненты сдвиговой и нормальной деформации вводились в VPSC модель, то в результате были получены крупная текстура в середине (по толщине) вместе с более равномерно распределенной текстурой вблизи поверхности.



Изображения текстуры, полученные с помощью электронного микроскопа (EBSD), по толщине пластины (слева – обычная прокатка, справа – наклонная прокатка).

Наш адрес:

ООО «АРТЕХ»
127015, Москва, ул. Новодмитровская,
д.5А, стр. 1, оф.1509Б

Телефон/факс: (495) 795-64-48

Web: www.artech-eng.ru

E-mail: info@artech-eng.ru

Эти результаты согласуются с экспериментальными данными и предположениями о том, что деформация сдвига является причиной начала изменения текстуры.

При моделировании в DEFORM-2D был изучен ряд альтернативных процессов. Были исследованы процессы с использованием асимметрично расположенных валков, с валками различных диаметров (2:1), с различными скоростями вращения валков (4:1). В результате сложности реализации этих процессов на практике, был разработан новый процесс, названный «наклонная прокатка». В этом процессе использовалось специальное приспособление для подачи пластины в валки, закрепленное под определенным углом. Результаты моделирования показали, что наклонная прокатка является очень эффективным способом образования деформаций сдвига в середине толщины пластины. VPSC модель, в свою очередь, показала более равномерное распределение текстуры.

Реальные опытные образцы исследовали с помощью растрового электронного микроскопа с ДОЭ-приставкой (основан на методе дифракции отраженных электронов) (EBSD) для проверки результатов моделирования. На изображениях, полученных с помощью данного микроскопа, ориентация структуры показана цветом. Более равномерное распределение цвета показано на образце, полученном с помощью наклонной прокатки, что соответствует исходной задаче по получению требуемой текстуры.

После пяти лет исследований, при помощи программы DEFORM и кристаллических моделей пластичности, компания H.C. Starck сумела создать новые мишени установки ионного распыления из тантала с требуемой однородной текстурой. Теперь этот продукт доступен на мировом рынке. В результате этих исследований были получены два патента (WO/2009/200619 для угла наклона прокатки и US20090038362 для мишеней установки ионного распыления из тантала). Процесс наклонной прокатки доступен для лицензирования другим компаниям, работающим с другими тугоплавкими материалами. Контактная информация: Dincer Bozkaya, адрес электронной почты: dincer.bozkaya@hcstarck.com.

SFTC благодарит Dincer Bozkaya и Peter Jepson из компании H.C. Starck за их помощь в написании этой статьи.

Перевод осуществлен компаниями [ООО «Артех»](#) и ООО «НТП «РадиалПро».

Наш адрес:

ООО «АРТЕХ»
127015, Москва, ул. Новодмитровская,
д.5А, стр. 1, оф.1509Б

Телефон/факс: (495) 795-64-48
Web: www.artech-eng.ru
E-mail: info@artech-eng.ru