

Лист технической информации

Позитивные электронные резисты из ПММА серии AR-P 630-670 Электронные резисты AR-P 631-679 для нанолитографии

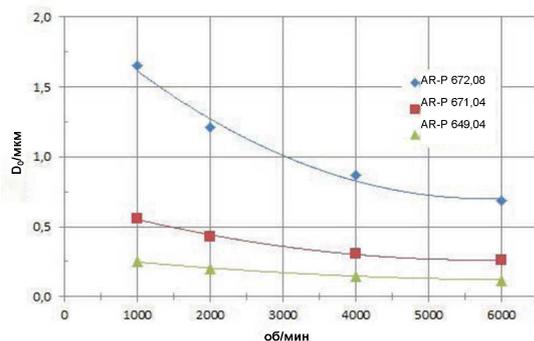


Серия резистов из ПММА 50-950K для производства интегральных схем и шаблонов

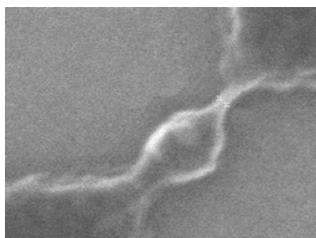
Характеристики

- электронный луч, глубокий УФ (248 нм)
- очень хорошая адгезия к стеклу, кремнию и металлам
- 50K на 20 % чувствительнее, чем 950K
- для планаризации и многослойных процессов
- высокое разрешение, высокий контраст
- поли(метилметакрилат) с разн. молекулярной массой
- AR-P 631-671 растворитель, хлорбензол, темп. вспышки 28 °С
- AR-P 632-672 более безопасный растворитель, анизол, темп. вспышки 43 °С
- AR-P 639-679 более безопасный растворитель, этиллактат, темп. вспышки 36 °С

Кривая нанесения



Разрешение



AR-P 679.02
Структурное разрешение:
зазор 6,2 нм, высота 65 нм

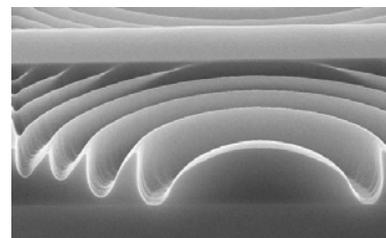
Свойства I

Параметр/AR-P	631-639	641-649	661-669	671-679
Тип ПММА	50 K	200 K	600 K	950 K
Толщина пленки / 4000 об/мин (нм)	0,02-0,31	0,02-0,78	0,02-1,04	0,03-1,87
Сухой остаток (%)	1-12	1-12	1-11	1-11
Максимальное разрешение (нм)	6			
Контраст	7,0			
Хранение в течение 6 месяцев (°С)	10-22			

Свойства II

Температура стеклования (°С)	105	
Диэлектрическая постоянная	2,6	
Коэффициенты Коши	N ₀	1,478
	N ₁	47,3
	N ₂	0
Скорость плазменного травления (нм/мин) (5 Па, смещение 240-250 В)	Распыление	21
	Ar	
	O ₂	344
	CF ₄	59
	80 CF ₄ + 16 O ₂	164

Структуры резиста



AR-P 671.09
дифракционная оптика,
толщина 4,4 мкм

Технологические параметры

Подложка	Пластина Si 4"
Сушка	150 °С, 3 мин, горячая плита
Экспонирование	Raith Pioneer, 30 кВ
Проявление	AR 600-56, 60 с, 21 °С
Стоппер	AR 600-60, 30 с, 21 °С

Сопутствующая химия

Активатор адгезии	AR 300-80
Проявитель	AR 600-55, AR 600-56
Разбавитель	AR 600-01, -02, -09
Стоппер	AR 600-60
Сниматель	AR 600-71, AR 300-76



ООО «Остек-Интегра»

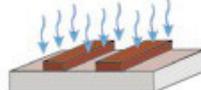
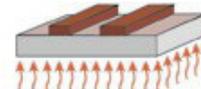
Оснащение технологическими материалами

121467, Россия, Москва, Партизанская 25, этаж 4, помещение I, комнаты 8, 8А, 8Б, 9, 9А, 9Б, 9В, 10-20, 33
+7 (495) 788-44-44 | ostec-materials.ru | materials@ostec-group.ru



Рекомендации по применению

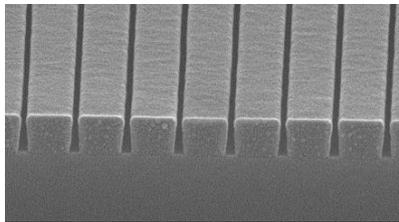
На графике представлен пример технологических этапов для резистов серии AR-P 630-670. Все спецификации приводятся в справочных целях и подлежат адаптации к конкретным условиям. Более подробно об обработке см. в документе «Подробные инструкции для оптимальной обработки резистов для электронной литографии». Рекомендации по обработке сточных вод и общие меры предосторожности см. в документе «Общая информация о резистах для электронной литографии Allresist».

Нанесение		AR-P 632,06 2000 об/мин, 60 с, 690 нм	AR-P 671,05 2000 об/мин, 60 с, 690 нм
Сушка (± 1 °C)		150 °C, 3 мин, горячая плита; или 150 °C, 60 мин, конвекционная печь	
Электронно-лучевое экспонирование		ZBA 21, 20 кВ Доза экспонирования (E_D): 95 мкКл/см ²	Raith Pioneer, 30 кВ 770 мкКл/см ²
Проявление (21-23 \pm 0,5 °C) лужа		AR 600-55 1 мин	AR 600-56 3 мин
Останов		AR 600-60, 30 с	
Термообработка после проявления (опция)		130 °C, 1 мин, горячая плита; или 130 °C, 25 мин, конвекционная печь для слегка повышенной устойчивости к плазменнохимическому травлению	
Технологические процессы заказчика		Генерация полупроводниковых свойств	
Снятие		AR 300-76 или O ₂ , плазменное травление	

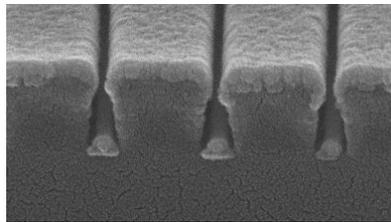
Технологические инструкции по нанесению

Большие структуры с подтравом получают при выборе для двухкомпонентной системы резистов из ПММА с разной молекулярной массой. В качестве верхнего слоя рекомендуется ПММА в этиллактате, поскольку этиллактат, в отличие от других растворителей, не оказывает негативного воздействия на второй слой. Для нижнего слоя подходят ПММА в хлорбензоле, анизоле или этиллактате. Оба этапа сушки выполняют при 150 °C.

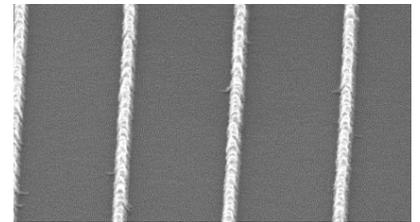
Рекомендация: большой подтрав (низкое разрешение): нижний слой 50К, верхний слой 200К, 600К или 950К. Высокое разрешение (подтрав меньшего размера): нижний слой 600К, верхний слой 950К.



После проявления (AR 600-56)



Структуры после напыления металла



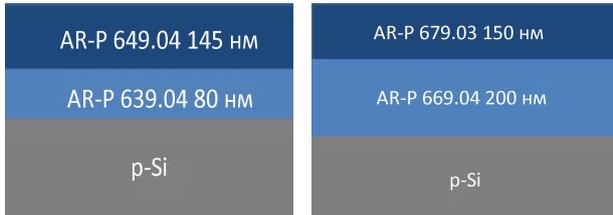
Поднятые линии 30 нм после взрывной литографии





AR-P 630-670

Исследования двухслойных структур взрывной литографии из ПММА



Структура слоев
50K/200K

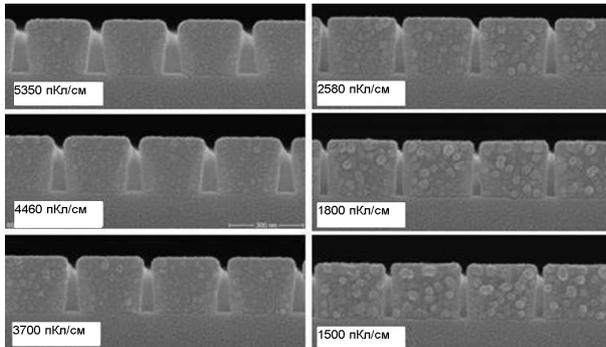
Структура слоев
600K/950K

В процессе проведения испытаний двухслойные системы наносились, как показано слева, и подвергались сушке при 180 °С, 60 с, с последующим облучением различными дозами (30 кВ) и проявлением (AR 600-60, IPA).

Система 50K/200K более чувствительна, двойной слой полностью проявляется при 1500 пКл/см². Вариант 600K/950K, напротив, требует более высокой дозы, равной 2200 пКл/см². При использовании системы 50K/200K с увеличением дозы также создается больший подтрав. Таким образом, эта система предназначена для сложных процедур взрывной литографии. Вариант 600K/950K можно использовать для более высоких значений общей толщины пленки (> 500 нм). Это надежная система взрывной литографии для простых сфер применения. В процессе исследований в качестве проявителя во всех случаях применяли AR 600-60 (IPA), что объясняет как сравнительно высокие дозы, так и хорошую технологическую стабильность.

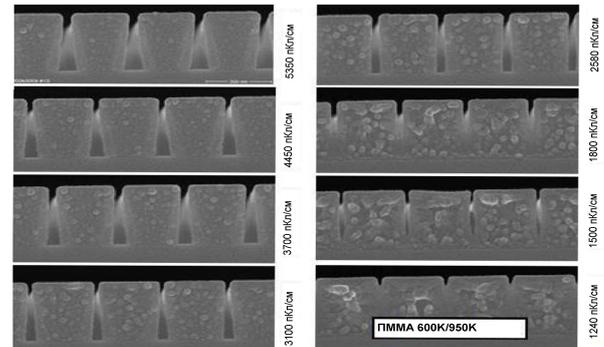
Порядок доз системы 600K/950K

Определение: Чувствительность выражается в пКл/см для линий и мКл/см² для площадей.



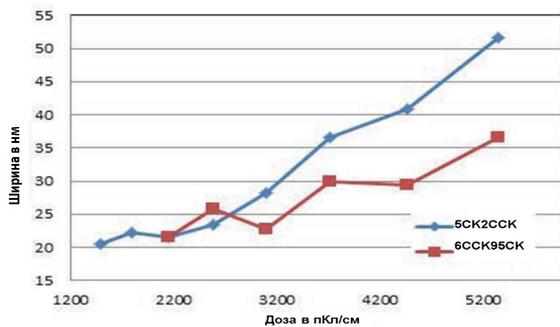
Неполное проявление при 1800 пКл/см

Порядок доз системы 50K/ 200K



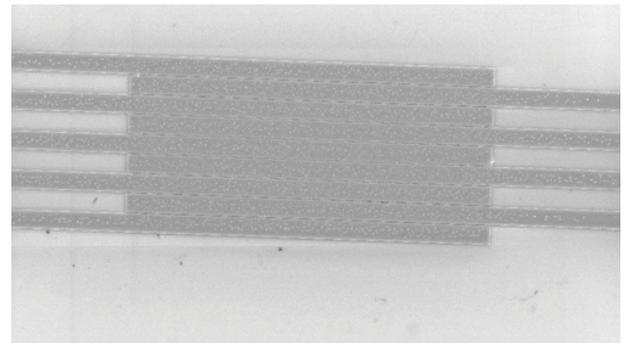
Постоянное увеличение подтрав

Образование подтрав и доза экспонирования



Ширина линии сверху: 20 нм, измеренные значения на графике: ширина линии снизу

Пример применения



Встечно-штырьевые структуры, полученные с помощью специальной системы ПММА 90K/200K, ширина линии 30 нм



ООО «Остек-Интегра»

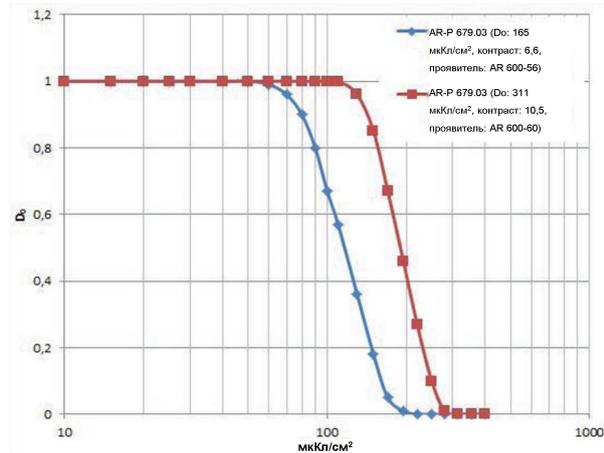
Оснащение технологическими материалами

121467, Россия, Москва, Партизанская 25, этаж 4, помещение I, комнаты 8, 8А, 8Б, 9, 9А, 9Б, 9В, 10-20, 33
+7 (495) 788-44-44 | ostec-materials.ru | materials@ostec-group.ru



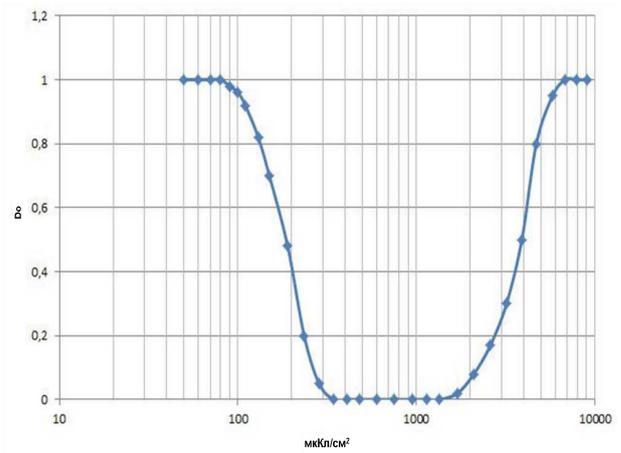
AR-P 630-670

Чувствительность ПММА



Сравнение проявителя AR 600-55 и AR 600-40

Кривая градации ПММА



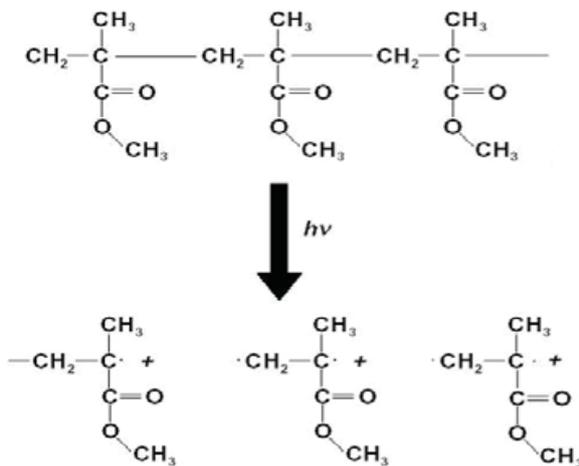
Кривая градации до максимальной дозы

На графике слева показано сравнение чувствительности AR-P 679.03 в двух разных проявителях. При прочих равных условиях (30 кВ, толщина пленки 165 нм) чувствительность при использовании стандартного проявителя AR 600-55 почти в два раза выше по сравнению с AR 600-60 (IPA). Однако проявление с помощью IPA обуславливает значительно более высокий контраст (10,5: 6,6). Поэтому такой проявитель предназначен для более высокого разрешения. Более того, опытным путем определено, что в данном случае шире технологическое окно по сравнению с более быстрыми проявителями.

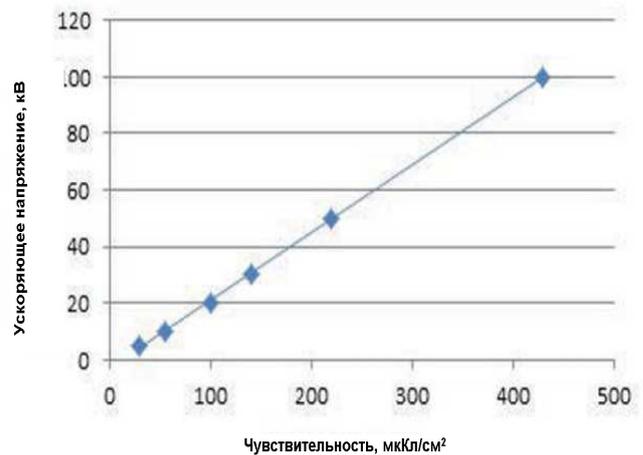
Отклонения доз, например 10 %, допускаются без потери качества.

При облучении ПММА электронами основная цепь разрывается, и молекулярная масса снижается с первоначального значения 950 000 г/моль (950K) до 5000-10 000 г/моль. Разрыв основной цепи происходит главным образом из-за радикальных процессов (см. рисунок ниже). При оптимальной дозе радикалы рекомбинируют и образуют молекулы с молекулярной массой около 5000 г/моль. Однако при резком повышении дозы образуется большое количество радикалов с последующей сшивкой. Таким образом, получаются молекулы с более высокими значениями молекулярной массы. ПММА превращается в негативный резист. Этот эффект показан на графике справа, где представлена кривая градации стандартного процесса (AR-P 671.05, толщина пленки 490 нм, 30 кВ, проявитель AR 600-56). Высокие дозы экспонирования превращают резист в негативный резист.

Деполимеризация после экспонирования



Основная цепь ПММА разрывается на множество радикальных фрагментов.



Чувствительность ПММА (AR-P 671.05) во многом зависит от ускоряющего напряжения. При 100 кВ основная часть энергии проходит через резист без какого-либо взаимодействия, а потому резист оказывается менее чувствительным. Однако при 5 кВ все электроны поглощаются.





AR-P 630-670

Спецификации 50К, 200К, 600К и 950К для хлорбензола, анизола и этиллактата

ПММА	Электронный резист AR-P	Сухой остаток [%]	Вязкость [МПа*с] 25 °С	Толщина пленки 1000 об/мин [мкм]	Толщина пленки 2000 об/мин [мкм]	Толщина пленки 4000 об/мин [мкм]	Толщина пленки 6000 об/мин [мкм]	Плотность [г/см ³] 20 °С
50 К	631,01	1,0	0,9		0,02	0,02	0,01	1,104
	631,04	4,0	1,3	0,02	0,13	0,09	0,08	1,107
	631,06	6,0	1,9		0,23	0,17	0,14	1,110
	631,09	9,0	3,1	0,57	0,41	0,30	0,25	1,112
	632,01	1,0	1,2	0,20	0,02	0,02	0,01	0,992
	632,04	4,0	1,8	0,11	0,08	0,06	0,05	0,995
	632,06	6,0	2,3	0,21	0,16	0,11	0,09	0,997
	632,09	9,0	3,5	0,38	0,27	0,20	0,17	0,999
	632,12	12,0	5,1	0,60	0,42	0,31	0,25	1,001
	639,01	1,0	1,4	0,02	0,02	0,02	0,01	0,964
	639,04	4,0	2,2	0,16	0,12	0,08	0,07	0,970
	200 К	641,01	1,0	1,4		0,04	0,02	0,01
641,04		4,0	4,4	0,33	0,23	0,16	0,13	1,108
641,06		6,0	7,9		0,38	0,28	0,26	1,110
641,07		7,0	11,0	0,71	0,52	0,37	0,31	1,110
641,09		9,0	17,4	1,13	0,83	0,59	0,48	1,112
642,01		1,0	1,9	0,03	0,02	0,02	0,01	0,992
642,03		3,0	4,8	0,13	0,09	0,07	0,05	0,994
642,04		4,0	6,8	0,21	0,15	0,11	0,08	0,996
642,06		6,0	12,8	0,41	0,29	0,21	0,17	0,997
642,07		7,0	16,5	0,53	0,37	0,27	0,22	0,998
642,09		9,0	30,3	0,85	0,59	0,41	0,35	0,999
642,12		12,0	62,3	1,51	1,08	0,78	0,63	1,002
649,01	1,0	1,9		0,03	0,02	0,01	0,964	
649,04	4,0	5,8	0,25	0,20	0,15	0,12	0,970	
600 К	661,01	1,0	2,2		0,04	0,03	0,02	1,104
	661,04	4,0	13,7	0,43	0,32	0,23	0,19	1,108
	661,06	6,0	28,2		0,67	0,48	0,39	1,110
	661,08	8,0	76,0		1,29	0,93	0,74	1,120
	661,09	9,0	105	2,58	1,75	1,25	1,00	1,113
	662,01	1,0	2,6	0,03	0,02	0,02	0,01	0,991
	662,04	4,0	12,2	0,28	0,22	0,14	0,09	0,995
	662,06	6,0	31,2	0,59	0,41	0,29	0,25	0,998
	662,09	9,0	82,5	1,27	0,91	0,62	0,54	1,003
	662,11	11,0	158,8	2,14	1,47	1,04	0,88	1,005
	669,01	1,0	2,5		0,03	0,02	0,02	0,965
	669,04	4,0	15,6	0,46	0,31	0,22	0,18	0,970
669,06	6,0	68,0	0,99	0,74	0,52	0,42	0,975	
669,07	7,0	128	1,66	1,07	0,74	0,60	0,978	





AR-P 630-670

Спецификации 50К, 200К, 600К и 950К для хлорбензола, анизолола и этиллактата

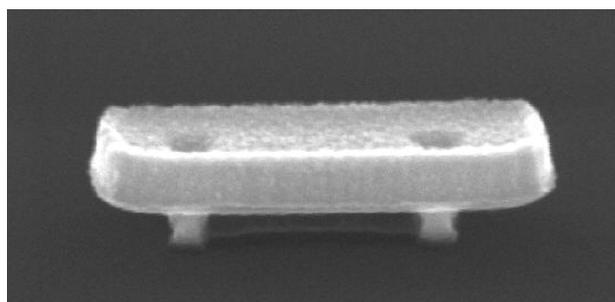
ПММА	Электронный резист AR-P	Сухой остаток [%]	Вязкость [мПа*с] 25 °С	Толщина пленки 1000 об/мин [мкм]	Толщина пленки 2000 об/мин [мкм]	Толщина пленки 4000 об/мин [мкм]	Толщина пленки 6000 об/мин [мкм]	Плотность [г/см ³] 20 °С
950 К	671,01	1,0	3,2	0,05	0,04	0,03	0,02	1,105
	671,02	2,0	7,3	0,19	0,13	0,09	0,07	1,106
	671,04	4,0	23,2	0,56	0,43	0,31	0,26	1,108
	671,05	5,0	57,0	0,95	0,69	0,49	0,39	1,109
	671,06	6,0	86,0		0,97	0,68	0,54	1,110
	671,07	7,0	135		1,37	0,97	0,78	1,111
	671,09	9,0	285	3,70	2,40	1,70	1,34	1,113
	672,01	1,0	3,8	0,05	0,04	0,03	0,02	0,998
	672,02	2,0	8,8	0,12	0,09	0,07	0,06	0,991
	672,03	3,0	15,5	0,22	0,17	0,13	0,10	0,994
	672,045	4,5	46,2	0,41	0,32	0,23	0,19	0,998
	672,05	5,0	63,1	0,65	0,45	0,32	0,26	1,000
	672,06	6,0	76,2	0,83	0,63	0,45	0,36	1,001
	672,08	8,0	211	1,65	1,21	0,87	0,69	1,005
672,11	11,0	503	3,94	2,82	1,87	1,42	1,007	
	679,01	1,0	3,4	0,05	0,04	0,03	0,02	0,965
	679,02	2,0	7,8	0,12	0,10	0,07	0,06	0,967
	679,03	3,0	16,4	0,31	0,23	0,16	0,12	0,968
	679,04	4,0	43,4	0,63	0,40	0,27	0,22	0,970

■ хлорбензол
 ■ анизол
 ■ этиллактат

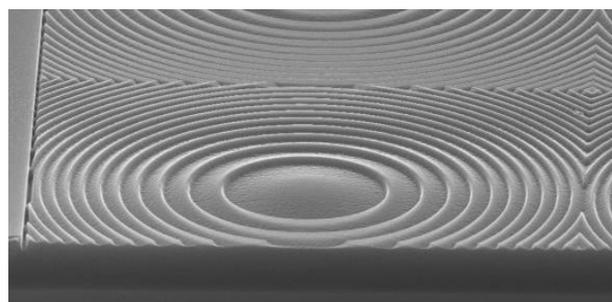
Резисты, выделенные жирным шрифтом, представляют собой стандартные варианты. Другие значения сухого остатка возможны в объеме от ¼ л и выше по запросу.

Компания Allresist значительно расширила ассортимент продукции на основе анизолола и этиллактата с 2014 г. по согласованию с клиентами и стремится к постепенному сокращению числа резистов на основе хлорбензола в целях заботы о здоровье и защиты окружающей среды.

Применение резистов из ПММА



Изготовление моста из ПММА с AR-P 679.04 благодаря ограниченной глубине проникновения при низком ускоряющем напряжении



Линзы Френеля с использованием AR-P 671.09

