

30 Cz O 2017P294 -Lz, 7

b œ § î œ ® › Ü 2  
2018 \$ Þ 2 ù ú è Ž

p:s Ô E 3 ì cKµ U0 œ Â ¶ e ‹?ú H4è?. ´ 2006<sup>1</sup>

25 `N-\$, 2017<sup>a</sup> bH & i IN^ 2 `¶ e i G (e P 20 `J0-  
 1 x,<sup>o</sup> 23 `N-\$ > 2018<sup>a</sup>, ^ 2 `¶ e i G e P 30 `J0-1 x,  
 e7 30-60 `N-\$, ¿ È 3 5 Co q, 1 Í p 7 õ y ) > p  
 { < B9 P/t PCz \$Æ È } , 7 P (« j,<sup>o</sup> N-\$ N± 8 1 Gf • 5 Co , Gf  
 • 5 Co q NÓ D 3 5 Co q NÓ" Á C „ Ä 1 Æ >  
 N-\$ + i Û 5 6 ? = • Â 4 Ý = N Í ´ , 1.1 µ<sup>o</sup>. J0- i GF > , > L š  
 (!À B\* D L , e 7 N-\$ ! } p 1-2 N- > N-\$ Ô ó ž U CC » E ý 3  
 a > + i Û,<sup>o</sup> N-\$ û N± # ë- B Â 4 Ý = N Í A = • v M,<sup>o</sup> ž G . J0- » i  
 Â 69 n = = > N-\$ AA ô B 4 N Í ! Õ O @ CC » E ý 5 ` , " ` B 4 N Í ø . J  
 < f Õ O @ CC » E ý 5 ` > N-\$ A ô 1 C N-\$ CUCY ð , N-\$ c" ` B 4  
 N Í A ô 1 C B 4 N Í CUCY ð >  
 = • c e 7 N-\$ ! p 1-2 N- e = Æ ^ B 6 . J0- i G A ,  
 % 0 ) æ + i Û N-\$ A ú x 5 Ò f Z f A ú -- . F = ¶ e D % 4 õ D t C B ,<sup>o</sup>  
 û ë , , % B , e 7 F 2 `N-\$ > 2 `N-\$ < G ý < Z ` L ! ë e  
 7,<sup>o</sup> i E > 1 b 6 L ! ë Â F D < / 2 `N-\$ • > , û ë F > , A ú f , o  
 æ A ú f 5 Ò . æ ð D 5 # e 7 i E >  
 1<sup>o</sup> Ô † IFV  
 1.1 0 Ä Ô † IFV,<sup>o</sup> ° 73 5 + U 5 ° A ô A x ¶ e ´ 0 . v f " õ 2 ± µ  
 . J0- » i Æ Ø 3 X ~ ( i A æ ü † I Ô † IFV æ Õ \* < Â æ 8 ° , ~  
 F D IFV 8 ° o G f ,<sup>o</sup> o ] ¶ e Â % Ô ) æ # / • / + k / . ÷ 1 • % ö ç Ê ,<sup>o</sup>  
 I + ^ † I Ç . J0- ~ ( i A æ ü † I Ô † IFV 5 ° , ° 73 ~ > , p , #

/p F ~ † İ4ú4ý = ]73 = Õ73 fl ÷>, p,° V :?ú Á Ç ‹ 0  
Ä ~ (iAæ ü † İ Ô † IFV,° °73 5+U5 °AôAx ¶ e , ^°% Cé315  
E±H L = Õ73=Ã >1•?·"x A , Ô)æ ; "2ô.ª °73 ~ ^ » ,° Õ73  
Â ~73 } Ç ^+U(ÿ q+Í =8`0°8` \_ ="³Eœ1•N¼ 6 ‹ Õ73 Ê+^  
PÂA÷ >

69 n = = Æ ~ (iAæ ü † İ ^ Ô † IFV 8° c Õ73 ø ! • g C  
C»Eý5% , M" H " F ~5 ° %B9 ~ H C E Ä 40% , H "5 ° %  
B9 ~ H C E Ä 8% Ç315 %o0%Lf „ 50% @ , ^ V5 p+k5 °  
~ = ü @ , ~ ~73 } 15% @ >

1.2 ] Õ)½Q 2ô Ü ! • E i +k † à315 'H ] § ] ©Kd ¶  
e2± µ

.J0¬ » İ ÆM~ GH "2¿ a Ä Ô † IFV 8°M6"x , }+k † à,°  
µ+^5³ , J +k † ÖFU D • #wp Ü ,°2ô.ª Ý I ¶ e , Q +k\$Æ,°  
%M- ] Ä ÖFU+k Á,°i Ð ] Ç .J0-F8 ÄF? p'Ê L,°+k † • œAôAx  
Q 2ô Ü ! • E i 315 , Q • ÇC^H Ä i 2ô Ü ÇJ à @  
Lk M E+k † à315 , ÿ ]+k † • 2ô.ª i ,°99 \* Ç.J +k † àF >,  
(i7,°- Ý Ä8 B ã =8 ~ C ¶ e , Q ¬F > ,°%M- ] >

69 n = = Æ+k † àLk M 2 Ü2ô Ü N Ä 200µm Ç ( +k † à Õ)½  
C E Ä 3kW , 6 E • Ç-° N Ä 20µm Çi 99 \* C E Ä 400mm  
h 400mm, 2ô Ü N Ä 10µm Ç+k † à315 F 5# {LÒ ' , L\* ]  
Ä 200 E , Ç ^+k † • Ô † IFV>û = c Í f Ê+^PÂA÷ >

? ©B\* D Æ+g 7 P (« j+i Ū >

1.3 M̃ G Ô † IFV,° W Á :\*< 8°?ú HE¥ ,315 'H ]§

] ©Kd ¶ e2± μ

.J0→ » i ÆF8+^ Ä :0 Ô † IFV ¶ e,° æF8 ]! • W Á :\*<

i# ' ; "F8 Ê P † İ =P p Ü5 °,°! • W Á μ ÇJ¾ /! • W Á

,°Q ~ =({}1Í# ' ; " (M̃ =({} μ ÇÔ † IFV ® Á5 °,,°Q ~D%

°?ú H1Í# Ç 8° 5-UNL -E¥ , Ç1Í# ÂE¥ , 8°PÂA÷ , ~

FE¥ , 8° É315 > ~ F 3 Ý Ô † IFVFP+^E¥ ,315 >

69 n = = Æ 01 æF8 ],° W Á :\*<E¥ , , e 7 ©M̃ =({} DLÄ

~ (M̃ =({} Z0 WE , %8 Þ+U F C G Ä 50 8° e Ç Â C G Ä

50 &ilK5 ° Ç GB 4Ý! • W Á =({} ,L\* C ]Ä 30 <JÕ ÇF8+^ Ä

3 0 @ q#w Ô † IFV ¶ e,°Q ~D% °?ú H1Í# ,73 U8 ÞAü a

Ô † IFV W Á 8°(- · C G Ä 50 , GB 4Ý! • W Á8 Þ 8°D%

°?ú H ,L\* C ]Ä 1 E , Ç6 C G Ä 30 @ q#w Ô † IFV ¶

e ' ; "H " ÂM"H " μ,° 5-UNL -E¥ , Ç ^3 »8 q.J

,° Ô † IFV>û = @ Ê+^ , oGf C G Ä 50 ® Á Ô † IFV 8° >

? ©B\* D Æ+g 7 P (« j+i Ū >

1.4 ä4é5 ° Ô † IFV 8° D>û = 'H ]§ ] ©Kd ¶ e2± μ

.J0→ » i Æ.J0→ C x ?5\* ä4é5 ° Ô † IFV æ Õ\*< Â æ

8° , @ é ?5\* ä4é5 ° IFV,° § ]0 œ D ¶ eL\$NÎ ,.J D ä4é

5 ° Ô † IFV 8° ž , Õ73M6"x oGf,° F ~ † İ %031 , Ô)æ Õ

73 L,° ä4é5 ° D Å?ø5 ° 6 %o L !FU IFV , 6 ä4é Ô † IFV

>û = m p Ç ä p+k315 = V U ž = ä4é • œ ,2ô ü q+Í ž , ,

] +k † ž ,1• p Ê+^ /B— , 6 ‹ ž , IFV Ê+^ ÔPÂ , ~ F - ?

H ] Ê+^ f ¥,° æ Á Ô73 ž , m , , Ô)æ - ? ä4é( ,° ?5\*5

° D Ô73 6 %o L IFV >

69 n = = Æ5 °( . p . E Ä 10µm , x Ð E Ä 5µm , ... \$

E Ä 20%Ç † Ī C G Ä 30 Ç IFV99 \* C E Ä 100x100x50mmÇ

ÔPÂ Ê+^ ž , C G Ä 52± Ç ~ F † Ī = 8° ⇒û = 1•?ú99 L = ü >

? ©B\* D Æ+g 7 P (« j+i Ū >

1.5 %Lf@ ` ] L C ›(ÿ,° Ô † IFV ¶ e D>û = 'H ] § ] ©

Kd ¶ e2± µ

.J0→ » ĩ Æ %Lf@ +U(ÿ † Ī,° Ô † IFVAô = = 8° D C ›(ÿ

` ] LAôAxE¥ , Ç D Ô † IFV 8° oGf,° %Lf@ † Ī Ç ` ] L %

Lf@ q œ C ›(ÿAôAx Ô\* < = Ô † IFV Â j ÀB PÂ Ê+^ .J0→ >

69 n = = ÆAô = Ö p . C E Ä 300h 300h 300mm¶'2ð

Ü C „ Ä 0.05mmÇ% Cé IFV 8°,° %Lf@ † Ī 50 @ , I'

Eý0A% Cé C ›(ÿ ĭ ž?ú99 , Ý ÷FPEý ĭ ž ]Aú - , 1\ > L0 C ›

(ÿ 3 ĩ /> , P = ü Ç C ›(ÿ Lf@ DEô f4ú4ý,° Ô73 Ã+U , j ÀB PÂ

40 Á @ >

? ©B\* D Æ+g 7 P L qL~ (« j+i Ū >

1.6 P4ü7 2ô ü 3D %o ! ¶ e D>û = 'H ] § ] ©Kd ¶ e2± µ

.J0- » i Æ P4ü7 %31,° 3D % !Aô = Â4ü7 Ž#q5\* 7315 Ç  
4ü7 D 0C^ † İ 6 % L,°+U(ÿ % ! P"j %31 Ç C x ð %4ú4ý Â  
ž Î p /B—,°9¥(ÿ W Á Â P(ÿB PÂ.J0- >

69 n = = ÆEAô = Ö p . C E Ä 300h 300h 200mm, A÷  
85% @4ü7 Ž#q C E Ä 10 \_ Ç% Cé % ! 8°,°4ü7 † İ '+U(ÿ  
P"j µ 100 @ , † İ DAô =Eô f+U(ÿ ž ž = ü ,9¥(ÿ Â P(ÿ Ô  
PÂ : 20 Á @ Ç 01 P4ú4ý D ž Î,° % ! 8°?ú99 , % Cé 3 ì+U  
(ÿ q œ ž ž. ©?ú99 L = ü >

? ©B\* D Æ+g 7 P L qL~(« j+i Ū >

1.7Q ]736• >(ÿ † İ q+Í C ›(ÿ Ô † IFV ¶ e 'H ] § ] ©  
Kd ¶ e2± µ

.J0- » i Æ.J Q ]736• >(ÿ † İ q+Í C ›(ÿ Ô † IFV ¶  
e ÇF8+^ q+Í C ›?."x,°6• >(ÿ † İ Ô † IFV † İ %31 Ç Ô † I  
FV6• >(ÿ q+Í C ›(ÿ j ÀB PÂ Ê+^ >

69 n = = Æ I '2ô Ū N Ä 0.05mm, Eô f q+Í C › = ü,°6•  
>(ÿ † İ '2 ž İ L4õ † µ 4 0 @ Ç I, M• ÿ n Ñ œ ]73 C „ Ä  
90 ÙPaÇ Ý ÷FPEý ž ž ]Aú - , 1\ > L0 C ›(ÿ 3 ì />, P = ü ,  
Â F P(ÿ ÔPÂ Ç j ÀB PÂ 40 Á @ >

? ©B\* D Æ+g qL~(« j+i Ū >

1.801 P E Ô † \$ C D Ä IFV ¶ e D>û = 'H ] § ] ©Kd ¶  
e2± µ

.J0→ » i ÆJ¾ /1• ] ÁQ - r>û =,° !FU)æ p5\* \$M6"x ,  
 .J0→)æ p Ô † \$ C D Ã IFV 8° D>û = ÇJ¾ /)æ p Ô † \$ C D  
 Ã IFV,° !FU ?5\*#•H = ! W < Æ = F ~1OE+› = ! W < x D%  
 °?ú HE¥ , ÇM, ,)æ p % \$ C ] D Ã IFV ],° Ð ] Â ÐH Aú -  
 i# ÇF8+^ Ä)æ p Ô † IFV5\* \$,°Lü4Ü L † İAôAx Ç)æ p'# :  
 \* < D5# Ö 1OE+› Ç \$ C , • ö#• D C - 5 ³N°#• , ]  
 73Aú - Â69 n >

69 n = = Æ01 Þ E Ô † \$ C D Ã IFV>û = Ö)½ C ] Ä  
 20kW , "¿0% ~)½ C E Ä 150cm³/h ´ JÑ >H p ø69 µ , % \$ C  
 M, , p . C E Ä 3mÇ 8°>û =% CéL|F =#-F =0°F 1•F EÉ —  
 , Â)æ p ' P,°)â 1?."x , F EÉ f ' f&i D ' ü = ,L\* E  
 Ä 0.5hÇLü4Ü L † İ \$ C Â Ã IFV D52 > Ñ œ ]73 C „ Ä Ö ,  
 ]73,° 90%Ç 01 )æ p Ô † \$ C D Ã IFV,° = ü D?ú99 , ^ 3  
 iH ] 0A c Ê+^ >

? ©B\* D Æ+g 7 P(« j+i Ū >

1.9 Ô † IFV , D5#+k L œ2ôª Ö ,°ª%o IFV1OE+› D 8°  
 ¶ e 'H ] § ] ©Kd ¶ e2± µ

.J0→ » i ÆJ¾ /)æ ?H " Ô † IFV ¶ eLô B , ²N'Q ~)½  
 ÂQ 2ô Ü IFV,°+,N¾L\$NÎ ,.J0→² =Q ~)½ ÂQ 2ô Ü,° Ô † IFV  
 D+k L œ2ôª Ö ,°ª%o 6 © IFV1OE+› D 8° ¶ e , 01 Ô † I  
 FVH "M, ,5 °(- = † İ4ú4ý = Ê Ñ(i 7 D+k L œ2ôª Ö ,°

8° oGf ©31 >

69 n = = Æ64p IFV , ‹ ï G p . C E Ä 500mm p.2ö Ü  
N Ä±0.05mm, >žM~2Í3 Ü N Ä Ra 1.6µm Ç B1• Ö 2ô Ü — , A  
a %o IFV ~)½E¹Gý+^K € ï# 2ô a Ö Q 3 C @ ' Kf 0Q  
\$ \_ >H p ø69 µ Ç - = F ~ Ö 0°L\* (M̃ = . & =Š1• C x5 °,°  
73 Ñ Ç 01 - . ©,° = ü D?ú99 , Ô)æJÑ >H =Q \$ \_ >H 1•® Á Ý  
÷ ^ 3 ìH ] 0A c Ê+^ >

? ©B\* D Æ+g 7 P(« j+i Û >

1.10 ^ V5 IFV5 ° , @ Ô † IFV2ô4ü5 ° 'H ] § ] ©Kd

¶ e2± µ

.J0¬ » ï ÆJ¾ /)æ ?H " Ô † IFV ¶ eLô ²N´Q ~)½ Ä „  
F b IFV,°+,N¾L\$NÎ ,.J0¬ ^Kq , @ Ô † IFV vG 2ô4ü5 ° Ç ^  
p æ Ö , @ Ô † IFV vG 2ô4ü5 ° Ç ^K. , @ Ô † IFV vG 2ô  
4ü5 ° >

69 n = = Æ % ^ ; "Kf 0Q \$ \_ >H =JÑ >H =K >H ÂJØ2±  
>H ,° V5 IFV5 ° , @ Ô † IFV2ô4ü5 ° Ç C > IFV,° a %o5  
° , C „ Ä Ö „,°52 > Ñ œ ]73 Ç E¹ V5 IFV ï# ~)½ } 6 C ,  
F bLf „ 30% @ Ç 01 - . ©,° 8° | æ É Â = ü D?ú99 >

? ©B\* D Æ+g 7 P(« j+i Û >

1.11 H " Ô † IFV,°Q NÇC» & ö#• ¶ e D>û = 'H ] § ] ©

Kd ¶ e2± µ



.J0- » i Æ C B , =0°B9 I A , C» &%ö ç i# ^H " Ô † I  
, c%ö C» &,° '+^ p\* < Â?ú Á Ç Ô † IFV,° † İ4ú4ý = ìH 5p  
L- = Ê Ñ(î 7 DQ NÇC» &,°- È '+^?ú Á = ! x < Æ D( .  
i# ÇQ Í " ! ],° ^4õ /ñ4õ,°M" Û@ EQ NÇC» &#•H i# D  
>û = ¶ e >

69 n = = Æ.J I 0 % / Ô † IFVEý0A Ô , ^4õ ö#• / Ô †  
IFV Â F D,°5 ° ,F >, ö#•,°M" Û@ EQ NÇC» & ö#•>û = Â !  
x : \* < E ¥ , , Ô)æ /JÑ >H = >H JØ =K >H =Q \$ \_ >H 1 • † İ  
Ô † IFV , ,° ^4õ /ñ4õ • ö#• Ç ö#•-( p O 0.1mm, % ö#•  
5pL-,° <EB)½ N Ä 0.1mm, ; FU Ü P 5mm/s, % ö#• -2È Ü O  
50µm Ç 01 H " Ô † IFV ° ,Q NÇC» & ö#•,°?ú99 Â = ü >

? ©B\* D Æ+g 7 P (« j+i Û >

1.12 0 Ä Web)å 1,°#¾Co4Ý 3D %o ! ^4õ : \* < C x ¶ e Ê+^  
/p99 ´ Ê+^/p992± µ

.J0- » i ÆEJ¾ /#¾Co4Ý 3D %o ! Ê+^,° - ]Q = - r ... U  
]Q = ` ] L? ."xQ +^ m I P L0A Ü ,,°(-&i ,.J0- 0 Ä  
Web,°E±H L ^4õ 0 W ¶ e ÇC» ]?ú W ?5\* ! x ->, : \* < ¶ e Ç  
` ö#¾Co4Ý,° 3D %o !(ÿ %o2ô ü ÿ8" @8" ¶ e >

69 n = = Æ0 WE¥ , % ^ iOS=ç %o = Windows1•+^ m4p1% @  
F >, , e7 1000 ð - Ç e7 qH 10 õ4ÝM({,°C» ]?ú W ?5\* W  
Á,° ->, +U F = =({ Ç ?5\*(ÿ %o @8">žM~B% \$ O 2mmÇ Ô)æN-\$

.J ¶ e ^ Q æ Q E Ý P, ° Ê + ^ p 99 , E ¥ , K 6 d 2000 • @ >

? © B \* D Æ + g 7 P (« j + i Û >

1.13 Q p K > H Ô † I F V ¶ e ^ ] Á Ø p Â " G + ^ 8 ` \_ I F V c  
, ° Ê + ^ p 99 ´ Ê + ^ p 99 2 ± µ

. J 0 - » ï Æ E J ¾ / 3 Ý ] Á Ø p Â " G + ^ 8 ` \_ Q p K > H 5 °  
, , J 0 - 0 Ä Ô † I F V 8 ° , ° ] Á Ø p Â " G + ^ 8 ` \_ 5 ° , N L A ô

A x ï # Ç ¯ H L Ô † I F V , ° 8 ° 0 i Ð ] Â ] 7 3 A ú - Ç 0 Ä Ô † I

F V 8 ° , ° I + ^ Q p K > H A ô A x A î + ^ r Ç " G p F 8 8 ` — ! t 1 \ > ] P Â A ÷

ï # % M - ] A ú - ï # Ç 0 Ä Ô † I F V , ° ] Á Ø p † ï - A ô A x

- 8 ° - ö # • - A ú - ž # w 0 A ¶ e % 3 1 >

69 n = = Æ 0 1 % C é " G p F 8 8 ` x Ð Â " G + ^ 8 ` \_ > û p / > û U ? . " x  
, ° a • I F V 8 ° = † ï A ú - % 3 1 ½ , Ç ^ 7 B 1 • P Ü - % C é

- . © C ¯ ? . " x , ° 0 . v @ - . / V 5 I F V ï ~ Ô ) æ H 20 % , I F V ž

U 5 \_ # 50 % Ç µ + ^ Ô † I F V ¶ e ¯ H + U Ý ® Á K > H M , , - > û p

Ê + ^ , M , , ° q ? . ] 7 3 / ñ ™ Ü E Ä 5 % , 5 2 > ] 7 3 } 10 % @ Ç

Ê + ^ 3 » 8 q . J , ° Ô † I F V > û = D ¶ e F Ò >

? © B \* D Æ + g 7 P (« j + i Û >

1.14 Ô † I F V e Ç Þ Ñ > û = A ô A x = I F V Â 5 \* \$ ž # w 0 A N L , °  
Ê + ^ p 99 ´ Ê + ^ p 99 2 ± µ

. J 0 - » ï Æ E J ¾ / 8 ` 0 ° Þ p Â ' ù " J E α p 1 • Þ Ñ > û = , J 0 - 0

Ä Ô † I F V , ° Q æ A ô A x = ! F U . J = Q ] 7 3 I F V Â ! F U 5 \* \$ ž # w

0A N L ¶ e , -F >, Ê+^p99 , ; "M~ G315 4Ý = ]73 N ~,° Ö  
73Lü F LAôAx , æ Ý ÷.J ,° !FUF# ¶ e ,Q ]73 =Q ~)½ Ä  
5 #, %>,° Ô † IFV ¶ e >

69 n = = Æ 01 Þ Ñ>û =315 4Ý ì ° f® Á Ö73G ,,° 0 Ä  
Ô † IFV,° Q æAôAx ï# = = ü?ú99 = IFV 8° ! æ É Aú - %  
31 , ~ FE±H H =Q ]73 =Kµ 5³ =Q %M- =Lü4Ü L = L p !FU  
5\* \$1• ~F ,° AôAx D IFV ¶ e(- Ç315 4Ý ì °4ú F5 ° , !H

G 30% @ , H 30% @ , ~73 } 20% @ , J ž U5\_  
.# 50% @ Ç Ê+^ 3 »8 q.J ,° Ô † IFV>û = D ¶ e F Ò >  
? ©B\* D Æ+g 7 P(« j+i Û >

1.15C» ]5 ° ,Q ~)½ ,, F b Ô † IFV ¶ e,° Ê+^p99 ´ Ê  
+^p992± µ

.J0- » ï ÆJ¾ / 3 ìH &ï 0A 1 x , L - 1H ]M~ µ =5 #,  
~- t:°,° P Ê+^M6"x ,F >,Q ~)½ ,, F b Ô † IFV ¶ e,° Ê  
+^p99.J0- ,52 > Ê+^ :0 Ô † IFV ¶ e - D V5 IFV ¶ e-  
5 >,° ï# ,J0- 0 Ä Ô † IFV,°5 ° N LAôAx ,Q ~)½ = ,, F  
b,° IFV ï# , D :\* < ¶ e D < Æ ö#• ¶ e , Ô † IFVM,G ,,°  
]73 = ~)½ D F b,°52 >Aú - >

69 n = = Æ- / Ä V5 IFV ¶ e , ^ ]73- .% L \* N,° B , ,  
IFV ~)½ } 50% @ = F bLf ,, 50% @ Ç 01 AôAx ï# = l  
FV 8°?ú99 Aú - = ü,° F • %31 Ç ^ 3 ìH &ï 0A 1 x c LH

][M̄ μ5 #,, ~- t:•,° Ê+^N¼ Ô)æ C G Ä 5 Á 0AB +^, ; "

]Ä 4m @ ]p.°, Ç Ê+^ 3 »8 q.J ,° Ô † IFV>û = D

¶ e F Ô >

? ©B\* D Æ+g 7 P (« j+i Ũ >

1.16 Ô † IFVL-+-K. Á ^Ê W2ô üK.FV c,° Ê+^/p99 ´ Ê+^  
/p992± μ

.J0- » ï ÆEJ¾ /Q 1%>û =N¼ Q ]73 =2ô ü C x5 °K. ,Gý  
+^ V5 'Ê W2ô üK.FV 8° Ž ^ ,°C^H C0i Ð Â+U Ý ž UKμ,°L\$  
NÎ , 6 < Ô † IFV a%5 °L-+-K. Á ´ W ) D Á8â 6 %o L Ô † I  
FV μ,° Ê+^/p99.J0- , ; "L-+-K. Á5 °AôAx ,L-+- † İ N LAô  
Ax ,L-+-K. Á,° Ô † IFV , Ô † IFVL-+-K. ÁÊ W2ô üK.FV ž#w  
0A 8° ¶ e ,L-+- ÁQ \$ \_ ]73 =2ô Ü = IFV ~)½ D F b,°52 >Aú  
- , ^ 3 ìH ] 0A 1 x c 6 < Ê+^/p99 >

69 n = = Æ1500 K. Á Í e p Ü P 15MPa,K. , p . ] Ä  
100mm , F ~- /2ô Ü N Ä 0.2%,K. , p . O 100mm , F ~5  
/2ô Ü N Ä 0.2mmÇ Ô)æ C x5 °Q ]73M, ,2ô üK.FV ,K. , C  
> r)½- / Ä V5 ¶ eLf ,, 50%Ç Ô)æ 3 ìH ] 0A 1 x c 50

@ ©KdK. ,,°/p99 Ê+^ Ç Ê+^ 3 »8 q.J ,° Ô † IFV>û = D

¶ e F Ô >

? ©B\* D Æ+g 7 P (« j+i Ũ >

1.17Q ]736• >(ÿM,G , Ô † IFV ¶ e,° Ê+^/p99 ´ Ê+^/p

992± μ

.J0→ » ï ÆEJ¾ / 8`0°8` \_ = "³Eœ = 8o8l1•N¼ Q J73 C x5  
 °6• >(ÿM,G ,,° IFVM6"x , ^ Ý ÷ N LAôAx =Q J736• >(ÿ †  
 İ=Ô † IFV>û == 8° ! r W D N L ⇒å ¹F8+^ ] Â)å ] =  
 J73 ö#• DC^H Aú - i# 1• iM~ 6 <315 ,° Ô † IFV/p99 Ê+^ ,  
 Ô)æ t:•5\_# IFV ž U , Lf ,, IFV F b,° Ý P L Ê+^-\$ = >  
 69 n == ÆEM,G , l'2ô Ü Â J73% Cé 0A Ê+^?."x , < ,  
 IFV ž U-./ Ä V5 IFV 8°5\_# 80% , † İ8,-7 50% , 52 > F  
 bLf ,, 20%Ç 01 4-50 Ê+^ † İ%31 = 8°Eý0A W E¥ , = l  
 FV 8°?ú99 ÂC^H Aú - = ü Ç 100 0 @M,G , F › 0A Ê+^ Ç  
 Ê+^ 3 »8 q.J ,° Ô † IFV>û == † İ= W E¥ , D ¶ e F Ò >  
 ? ©B\* D Æ+g 7 P (« j+i Ū >  
 1.18.8 Á 3D %o ! e Ç,° °73K.FV Ý P L Ê+^/p99 ´ Ê+^/p

992± μ

.J0→ » ï ÆEJ¾ / V5 K.FV P558" L Â °73 LEç Á,° 3 İH  
 JM6"x , F > ,.8 Á 3D %o ! ´ ; a 0 Ä 3D %o ! ,° C >FV Á ¶ e μ  
 e Ç,° °73K.FV Ý P L Ê+^/p99.J0→ , ; " ' p °73K.FVEœL\*  
 n ù < y,° .8 Á 3D %o ! +U Ý4õ ,.8 Á 3D %o ! Ê+^ Ä °73K.FV  
 ,° ž#w0A 8° ¶ e , 3D %o ! .8 Á ^ P?ú W °73 LK.FV+U Ý c  
 ,° Ê+^/p99 >

69 n == Æ %o ! ~)½ P 350L/h ,.8 Á > r)½ P 98%Ç ] Ä 50

0 1000 ^K. , ° 73K.FV Ê+^/p99 , K. , p .2ô Ü } 1~2

4Ý , Ý ÷ Ú ž U5\_# 50% , FPEý N LAôAx Ĥ H E± 10% @ Ç

e 7Q ~Q 2ô Ü 3D %o ! J Á.8 W Â C x.88â, ° ž#w0A 8°?ú99

Â = ü Ç Ê+^ 3 »8 q.J , ° Ô † IFV>û = D ¶ e F Ò >

? ©B\* D Æ+g 7 P (« j+i Ũ >

1.19 7Š \$ C %o 3D %o ! Ê+^/p99 ´ Ê+^/p992± µ

.J0¬ » ï ÆM̃ G 7Š \$ C 6 < 3D %o ! ¶ e Ê+^/p99 , .J0¬

% Cé 7Š \$ C %o Ñ œ J73 Â2ô ÜM6? , ° † Ĩ 3D %o ! 8° ,

01 (•Uµ ! • ?5\* ! œQ 2ô Ü#•H = 7Š \$ C %o AôAx =3D Q 2ô

Ü %o ! Ő73 oGfAú -, °315 Ê+^ , ~ FQ ~ „ F b, ° 7Š \$

C Ê+^315 >

69 n = = Æ 7Š \$ C %o l' ~)½ Q 6 C , 2ô Ü Â Ő73% Cé

j À Ê+^? . "x , F bLf „ 50% , 01 -. ©, °C^H #•Aú?ú99 , ¬

Í q+Í ž œ Ý ÷# ÂA ÷ Ç ^ C G Ä 20 ì 7Š qL~ LB v9í Í Ê

+^ , Ê+^/p99 ~ Á 1000 ` @ Ç Ê+^ 3 »8 q.J , ° Ô † IFV>û

= D ¶ e F Ò >

? ©B\* D Æ+g 7 P L qL~ (« j+i Ũ >

1.20 ` J L q œ }6Ø D6Ø -, ° Ô † IFV Ê+^/p99 ´ Ê+^/p

992± µ

.J0¬ » ï Æ }6Ø =6Ø - =.!!™ ž1• ` J L í C D"ñ+Í p-\$

= , F > , Ô † IFV ¶ e Ê+^/p99 , 01 Q ~ ?5\*#•H Â ` J LAô

AxE¥, = Ô † IFV =F8+^Aú f Â j À Ê+^315 >

69 n = = Æ-./æ ? ¶ e IFV ,L\*5\_# 50% @ , F bLf „  
50% @ Ç H 30% @ Ç 01 l' Â q+í Ê+^?ú99 , Ý ÷1\ >  
-. © = ü -9í í 8 p ü › , ^ C G Ä 5 ` qL~ 6 ‹ Ê+^/p99 , `   
]L Ê+^ ~ Á 200 Á @ Ç Ê+^ 3 »8 q.J , °#•H =AôAx Â Ô   
† IFV>û = D ¶ e F Ò >

? ©B\* D Æ+g 7 P L qL~ (« j+i Û >

1.21 ` ]L q+í Õ73 W Á 3D %o! ¶ e Ê+^ ' Ê+^/p992± µ  
.J0- » ï Æ 6 ‹ C x ð %o4ú4ý ž Î • e?ú H Â ¶73 /Aã,° 3D  
%o! Õ73 W Á Ê+^/p99 , t• Q ð %o C x W Á 3D %o!,°8" ÿ  
2ô ü ] = § /" Ü =C^ U Õ73 ð L0A Ü , Þ Þ P4ú4ý ž Î  
Õ73 W Á,° ]?ú W Ê+^ >

69 n = = Æ Ê+^ Õ73 W Á 150 @ , Õ73 † ï 200 @ ,  
5\_# • e ,L\* 2/3 @ Ç Ê+^ ~ Á 1000 Á @ , /Aã 500 ð @ Ç  
01 ð %o4ú4ý Õ73 W Á † ï D 8°?ú99 =C^H Ý l?ú99 Ç Ê+^ 3  
»8 q.J , ° Ô † IFV>û = D ¶ e F Ò >

? ©B\* D Æ+g 7 P (« j+i Û >

2 °%ö • IFV

2.1 O 0 %ö • 2ô ü IFV Ê+^ 0.v.J0- ' 0.v f"õ2± µ

.J0- » ï ÆM~ G ¥ = æ73\$Æ = ÚFP = q+í1•N¼ c,° 3 ï

H ]M6"x Â 3"G5 #,, q N p c n ù5 ° ©Kd IFV G N , c 00 0

%ö • D † Ì. È ' + ^, ° Ð O 0 , L \* < E Þ ) ½ ö # • 315 , # / p Ö c  
 , ° B 9 Ý ? ú Á Ç . J 0 → % ö • D † Ì. È ' + ^ ? 5 \* ä 4 é 2 © p Ü F ~ Â ]  
 7 3 B 9 Ý ? ú Á , B 9 Ý Ö c , ° ( ÿ \* < L œ E ý 0 A , ‹ O 0 % ö • § e n  
 l 1 • ä 4 é Ö æ i # Ç @ é Q \$ ' ° ä Š = Q - U L ü F H † L =  
 æ Á Q \$ \_ e Þ V U ž 1 • I F V ¶ e + , N ¾ , 6 O 0 % ö • I F V > û = ,  
 @ é . © I F V G N , Ô ) æ H ] Ê + ^ >

69 n = = Æ C » ! ö # • 315 , L \* < E Þ ) ½ < 0.2 f s Ç . J I O 0 % ö •  
 I F V > û = 1 • Ç @ é C G Ä 2 N 3 ì H ] 0 A c © K d I F V L ô N Î ñ  
 9 í H ? . Ê + ^ Æ Ô ) æ P 300 Æ \$ ' ° ä Š ´ - \* ° E Ä 2 µ m 69 n µ =  
 0 Ä 3-5 " ( H † F q E Ç L , ° L ü F A x 1 Í 8 å { } , ° | = 1 • >

2.2 M ~ G I F V P , ° ] Ô ) ½ € 2 % % ö • ž ' H ] § ] © K d ¶ e 2 ± µ  
 . J 0 → » ï Æ 0 Ä 3 Ý , ° € 2 % % ö • 8 å { } , 6 ‹ ä F P F % ° T M ' # =  
 ' # " ¿ = ] Ô ) ½ P • • > F = • 4 Ú 6 \ > = • • a ~ 1 • © K d ¶ e €  
 2 % % ö • ž g ~ p l 1 • J 0 → , 0 . j 8 å { } 7 Š M ~ ( ! Ä : \* < ¶ e D 8 ° =  
 ] Ô ) ½ € 2 % % ö • ž I F V = L ü F = 7 > û # • B % M - ] 1 • 3 Ý L =  
 H L + U Ý ¶ e >

69 n = = Æ . J I Q Ô ) ½ Q ] 7 3 € 2 % % ö • ‹ 1 x Â % ö • \* — Ç  
 . J I E É 0 Ô ) ½ 2 k W @ 100 µ m Q ä Ü • 4 Ú 6 \ > W • Ç . J I E É 0 Ô ) ½  
 20 k W @ 60 µ m , ° 31 M L K µ 5 ³ • 4 Ú E É 0 € 2 % % ö • ž Ç Ô ) æ P  
 2 k W @ 100 µ m • 4 Ú 6 \ > W • ´ N ° U 5 ³ > 10 k E , µ K 6 d C G Ä  
 100 & , Ô ) æ P 20 k W @ 60 µ m • 4 Ú 6 \ > 315 K 6 d C G Ä 50 & >



^ Ô † IFV /%ö • IFV>û = @F >, Ê+^/p99 >

? ©B\* D Æ+g 7 P(« j+i Û >

2.3 ä4é5 °%ö •D p Û IFV 8° D>û = ' § ] ©Kd ¶ e µ

.J0¬ » i Æ.J0¬%ö • D † Ì. È '+^,°(ÿC^â 7 QBjEý0A ,

Ø3X%ö •B' 28 4ú ``#¿ ä4é5 °,°B9 Ý p l ,.J0¬ ä4ü5 ° = Õ

73Lk M ä ŠQ ~ IFV = Lq Õ73 ä 5 ° IFV æ i# ,0.j Å - ä -

4éD p Û%ö •4é2©4Ý Ö cF Þ 0 ü DP§ Þ315 Ž ^,°6\ > `` !

L\$NÍ , q •••M, f%801> µ D%ö • ž ø ! N L Ý l1 • ©Kd ¶ e ,

6 F •>û = >

69 n = = Æ-° ü8`0°8` \_ = •+k † IFV1•N¼ ,.Jl 1 2±%ö •

ä5 °D p Û IFV>û = Ç6 E4õ ó O 20nm, Ô)æ ?5\* • †Lü F ž ,

IFV Ç Ô)æ Õ73Lk M ä5Ú Š IFV ,FEEý)½ Ô ÖH P 10%Ç Ô)æ

LqM`0% P 1000cm² ä4é5 ° Õ73>žM` IFV ,Lq Ñ31 ! E P 10%>

Ô)æ C G Ä 3 2± - ?H ] Ê+^ f ¥,°D p Û ä4é Õ73 ž , IFV >

? ©B\* D Æ+g 7 P(« j+i Û >

2.4 0 Ä>f : • œ y ,,°%ö • ¬>, IFV 8° >û = ' H ] § ]

©Kd ¶ e2± µ

.J0¬ » i Æ Ø3X%ö • D4Ú5\*2± C > † Ì,°. È '+^ p\* < ,.J

0¬ 0 Ä>f : • œ y ,,°%ö • ¬>, IFV æ i# ,.J0¬ ¬>,°ö • Ö

°73- #• O¾315 ,.J0¬%ö • ¬>, IFV F •>û = ¶ e >

69 n = = Æ-° ü ÚFPF EÉ =73\$Æ +k † IFV1•N¼ , N ~

Gý+^ 3 Ý%ö • ž , 6 C G Ä 2 2±Q 1%%ö • ¬>, IFV>û = , < •  
••]Ä 20 • , Ö 2ô Ü N Ä 10µm , : ¬>, ••73H 0i Ð ] N  
Ä 1% , F >, 0A Ê+^ >

? ©B\* D Æ+g 7 P(« j+i Ũ >

2.5%ö •Q 2ô Ü !FU C > IFV 8° D>û = 'H ] § ] ©Kd ¶

e2± µ

.J0¬ » i Æ.J0¬%ö • D P0 IFV i# , ° C > ' , 1•ñ † %o =  
p æ1•µ ... B IFV ¶ e , q •2ô ü>žM~, °Q <EP ö#• D%ö • IFV  
B!> ¶ e , Q ~)½ „5pL-%ö • C > Ö ¶ e , Ø3X P(ÿ\* <H C >  
¶ e %ö • C > IFVEý0A Õ f ö#• ¶ e ÂC^H Ý I i# , 6  
%ö • C > IFV>û = >

69 n = = Æ-° ü8`0° = æ73\$Æ1•N¼ , 6 C G Ä 2 2±%ö •  
C > IFV>û = , - = Ö P0 Q 2ô Ü C x 4 ~, °73 Ñ , Ö 2ô Ü  
00.2µm , 6Q 4ö Ö FU Ü P 20cm/s , 6 0% Cé @F& Ö 2ô Ü, °  
Q <EP B f ö#•>û5α , ö#•2ô Ü O 0.2µm >

? ©B\* D Æ+g 7 P(« j+i Ũ >

2.6%ö •2ô ü ñLš ¶ e D>û = 'H ] § ] ©Kd ¶ e2± µ

.J0¬ » i Æ Ø3X IC N¼ %ö •Q ~0° 3 = " =2ô4ü Ñ • æ i  
# , J0¬ ~F 2ô üM, , (M~Q 2ô ÜF? ] p M q1• IFV ¶ e ,  
q •+k •B9 I1•2ô ü Ý I =+, M~ p Ü%ö • ö#•1• ©Kd ¶ e , J0¬  
Å äD p Ü%ö • Ö Â ~F 7 >û 8° , 6 %ö • Ö F •>û = >

69 n = = ÆM̃ G IC =8` \_1•N¼ , 6 C G Ä 2 2±2ô ü IFV  
>û = ,8å{} ~F 7>û = ``5S ó O 25µm , = ``C^H +,M̃ p Ü%ö • ö  
#•W •>û5α´#•H H C2ô Ü O 5%µ, - Ô)æ C G Ä 2 2± ® Á ž ,  
,°%ö •2ô4ü Ñ • ÇM q\$' Ü2ô Ü N Ä 0.3µm , Ra N Ä 0.1µm >9í  
Í ÔL{ Ê+^ >

? ©B\* D Æ+g 7 P(« j+i Ũ >

2.7 ] Á;° ÷ ° ,%ö •'@ Ũ ¶ e Ê+^/p99´ Ê+^/p992± µ

.J0-» ï Æ J¾/ ] Á;° ÷ H ° , , .J0-Q ¿ ž ÂQ C^H ?-x

,°%ö •'@ Ũ 8° = %ö •'@ Ũ p\* < D'@5S,° q?· g ~>, p = %ö •'@5S

DD` Ð f ¶ e '@ Ũ ~Ý I ¶ e , .J0-Q %M- ] F •>û = ¶ e >

69 n = = Æ.J I C G Ä 3 2±%ö •'@ Ũ F •Aô = Â'@ Ũ 8° > ]

Á;° ÷ ° , '-\* ° 500mm @ = Ð Ü O 0.7mmµF 5#'@5SKµ Ü P

3500mm,'@ Ũ ~H O ±0.1mm,'@5S ]73% Cé-. ©>, P -%o?·x ,

01 '@ Ũ 8° ! α É , ~F 8°?ú99 Â = ü , ^n+k = 8`0° = Q J ÷ =

8o8l1•N¼ , F >, C G Ä 20 & •%ö •'@ Ũ,°/p99 Ê+^ >

? ©B\* D Æ+g 7 P(« j+i Ũ >

2.8 Ð µ = c Ð µ%ö •'@ Ũ ¶ e Ê+^/p99´ Ê+^/p992± µ

.J0-» ï Æ J¾/ Ð µ´ Ð Ü P 70mmµ = < ž c Ð µ´ Ð Ü P 8mmµ

H °1x † , Ø3X%ö •'@ Ũ Â%ö •+k ] C >'@ Ũ æ ï# , AôAxLü%ö •

'@ D+k ] '@ Ä 6%o,° C >'@ & â Ç.J0-'@5S5pL- ~F p\* < -ö#•D

Ý I ¶ e =# Ê Ñ B9 Ý ¶ e = '@ Ũ2ô Ü Ý I ¶ e , %ö • /+k ] C

>'@ Ū315,°F ЪÝI¶e> ÂF315 %ö•žC-' EE 0 Ū)½,°  
 L=]@ ø!,° L1•ÝI1x ,J0-Q %M-JF•>û=¶e>  
 69 n = = Æ.J I C G Ä 22±%ö•'@ Ū =%ö•C >'@ Ū F•Aô  
 = D'@ Ū 8° > Đ µF 5#@5SKµ Ū P 5000mm, < ž c Đ µ'@5S  
 Kµ Ū P2000mm,'@ Ū ~)½ Q 8 C @ ,8,73 50% @ , '@ Ū  
 p Ū C „Ä" †,° 95%Ç/Â F < ž c Đ µ,°ö•+k ] C >'@ '@  
 5SF >, Ñ œ ]73B PÂ , % C éAPI 1104?."x > 01 8°?ú99 Â = ü >  
 ¬ ^ n+k =8`0`8` \_ = ÚFPF EE =73\$Æ =#-#A =.)"i L 1•N¼  
 » ,F >, C G Ä 20 & •,°/p99 Ê+^ >  
 ? ©B\* D Æ+g 7 P(« j+i Ū >  
 2.9%ö•H " I Š ¶ e Ê+^/p99 ´ Ê+^/p992± µ  
 .J0¬ » i Æ.J0¬ < Š%ö•2ô4ü IFV æ i# ÂQ 2ô Ū>û o D8  
 F8 Ê Đ f ¶ e , q•••Q FU I Š j = í Š1•0°7ŠM, , Ö /  
 ÷Lh Z1•©Kd ¶ e , Ø3X%ö•Ö 8° ø | D E Š Ö C^H = H  
 K[ Š2ô Ū Ý I = IFV ~)½,°© 6Š ] , 6 %ö•I Š F •>û = >  
 69 n = = Æ N ~Gý+^ 3 Ý%ö•ž , 6 ©KdM, ,%ö•I Š F  
 •Aô = , Š °99 \* Æ 25µm-80µm ´ ž?¼- µ , Š °2ô Ū O 1µm ,  
 6 ]\$' °" 20 Æ ] , 01 8°?ú99 Â = ü , -° üEœE¼1•N¼ , F  
 >, C G Ä 20 & •%ö•H " I Š >û =,°/p99 Ê+^ >  
 ? ©B\* D Æ+g 7 P(« j+i Ū >