

JYScãÑÑs ys-vÑÓ yÓ ÓÑÑ SéÑÑ Ó ú Ó Ó'

' » • „ Ũ"n Ô+±7Üt ä j N , ; C ± E C

(, >&ÆwKa(Òw7 € •

%-D G T " Do# ; Ũ*b } " K • " K, >->-¶ œ@! ! @o

...œ@Á- *U Ũ"n Ô- \ Ë(ÝKó=7Üt ä j =œ@Ñj \ - , - A Ç , *L a È±±- Wæ> P ó Ó& %æ
+± & \ c3ÓÜt 64!Kó=+±#Mµ & %ÆGe ± 6 : / Ç+±\$K! ' #K! 3 0 T w ž ú *b } 2(4
%T6* 1) 7! r KÉ±h>@ì w̄ , lµ && %æ-> ä j = g7Üt & ÓÍ)3±± J[' » ø*b"Ó#-ì)3 w
Fö*U • „ \$! "B Ũ"n Ô- \ wý ' 7Üt & %æE/ Á ä j æ' ± ' ù L• & %æä j • #±±64! N , wB
½³ ä j & %æ± %òl)3 ÷! T ± ' ³ , L• & %æä j • #±±*b æN , w£ Ũ*b " >ÿ Ó# ' 3 ½³
° +± %òl)3 @@j³ - .ú ± 6 çJ. T-4 ±±±*b @ wú59 @j³ "B\$! +±E 4 DýÖ wµ && %æ. 3 0
ý ' \$! "BC ± E C ä j w ; Fö*U, @4ÑÖ" O!@îO W\$! Ez³ m6 6* & %æ± - C ±

œ@j œ@Ũ"n Ô ä j E C C ± 3 ½ N ,
Z + 3 1" \$ Á @B 0œœœ' ([4 - . Äœœœ' 0 4C\$ ÁB!! K@ %ò! B o! BKB! @K@

œœw) € 7§¹ - \ +±E ' Ō Ō(Ý *b } 2(4 >
P T6* 1 Ũ , C æ> p , %Kó=*bC %ç oZ £ €
ÓÍ g %±±ü < ðE 2(4 T6* & 5D¹ = Y±±f ± " Ō
Ō³ w) €=y GDðè " ! j ±±p , %UDðè±± n
j Z "Kó=*bC p , Eçx - A Ç , " 7Üt ±±T6* 1
Kó= Ó ü ß W5 G È Í ß : "59 = Y 6! , ü
> ß° %&c59K¼m! @g %ü < 1 %M¼ t P " ç
E *bKh¹ . =ðó Ó4 4 È Í "ì 5DðK¼x È Í "UT
>ñNKó=*bC Z ì 5D±R " È Í) 7! µP ±± %#V
Ó¹ T±± Ü Ó "û59) 7! RFú±± L• TK MÅ⁰⁰ %
-A/£ 4 ' "7Üt ±±#VÓ ü t P ß! i "X i *b"nOžŌ
6* È 3 8Kz x. "59 çE 6] • ç #E 3 G È Í 3Ó
". ð%U ý È ò â 8 "...U mF & Ü Ó*G7) 7! Eh
D¾ KÉ%

4» * * K_uE -A/£Mi, m%Öö • êöoü O! B0 j
- ø \ . - W: g't ² ð K! È g ä j %œwUd=çð
=wáud=ç çdUjù › ù• =çk!üçjU çw ðð ç 6 •• o
+±Mi, %' Mi, U-A p - 2(D/@-a T - \ " ?
à TFÜÈ*U*b } 2(4 Z+±& @K)K MÅ' û59 T r Ó
Kz{ È*U*b } 2(4 ±±€/ &FÜü ÷ ì 5D%' Mi,
=œ@Ñj 3 U 1M%bC & T6* @DÄ ê ÷ T Ì ('

\$í v • 0v WM³ - u Ä ÈKr Á*U%£0Y- L-A
/£, 4 \ æ@ðU7Üt ² C3 7Üt K! c %ðâp Ũ
"nE±±æ < "È(Ý Ç! 1 3Ō& %æU7 > ß ' ü ðj 0
& EÇü8 %o# ±±#VÓ { > £ @"? #VÓ %A Mi, ±±
e ð \ Fö*U Ũ"n Ô- \ Ë(Ý ä j %
Ũ"n Ô7Üt %b ù! ù=ù ù=çqC/ g7Üt ÈO¹
Ñ %òL• ç ù=çq" \ . C " 1 *L'- 0vM³ Z m"¶ ÷
±±d î c 4 &ú Á &3 .è &í "x0v' Y ú %, pKó=
] - „ æÁ1 %G7 ! < o±±7Üt 7 "^^ ÜEÇE
C\$!"B • =4-4 " Ō"n €BV- j W2(4 "U
e>ñC " C*L'- ÈO¹Ñ±±1.ú ì 6*±±- .ú - \
x°%0! !xj 4* >ü ç 0Ž o U. L• ' 0 Z
• £ Dg ef W' ±±0.ú - \ x - |%0! ! j @
5 ¶Uüç o p=•³ - LMÅg çÜt ÈO¹Ñ |±±@
D¾û : 9>ÿ ÓK=E ³ 7Üt ÈO¹Ñ±±A/£ ³ &Ýã
¹ Á*Uz œ" £ @Ñj 7Üt ÈO¹Ñ 6* = g eE - C
3x±±- \ | "°% - , ý P • & u (' "Fö*U7Üt 64!
Kó=4 4 # , - A Ç , ±±*L a È " ' » Ũ"n Ô- \
±±7Üt ä j - \ =œ@Ñj \ - .ú 6*±±æ> %
4» * 6 2 Ü " .¼T " &è.)3 T " &S Üÿ
)3 " K• @Tü• T " & !è Ç)3 " K•P N¹ çX

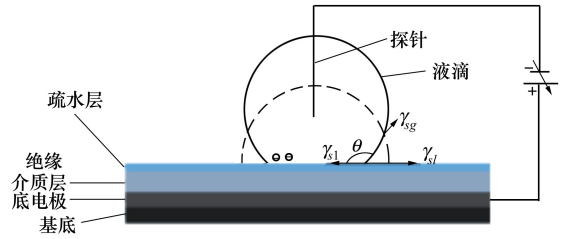
0v™%ï ; ' æ>±A/£ Z "ž 9 ± ' 3 7Üt ² F
 !å6«Û"n € ÷ 0M! Û"n € • & ±± 4! &6 4! • &
 N, %U ')3@ç -m7 2 L\$.<™%&A' Ü4,, > ¼
 i Q&™%& * 7W\$ 7W™%0v È . G aE
 =y³ - \ È*UT-A/£ "3 Xlµ & HU¶ • # - , ³ ù
 • # Â o @ @] . =òæu±±² y < • & æu - p %
 A' Ü4,, > ¼i Q&™%ý ' ³ - .ú7Üt ² Û"n
 ä 1 • & æ< "£ U ü W£ €0Í 8 æKó= - WÛ"n
 ä 1 "€• #P BL8α %># "Û"n ä ,! Ò&,m£
 €0Í p& %æ 1 • & '- BU" ù 59 È(ÝP u(' • & %
 ' æu - > EG i =™Â HU¶ • # %oU Ž ü
 8 "& Á& "n ó ÓDè] ß ' ü ð] 0%L\$.<™%ý ' ³
 - .ú 3 HU¶ • #D™] P &) lè- =™Â 7 "£ Ulè
 - =™Â 7 J[5 Û"nE€±æu "£ Zlè- Û"nE€±è
 Óg 0"] '# ÓDè] ß ß]%' æu=00î; -
 HU¶ • #±±£ €0Í i & "n ó ÓDè] ' ü ð] 0%
 8 * 7W\$™%ý ' ³ - .ú 3 HU¶ • #D™] B²:±
 lè- =™Â 7 "£ J[5 UJ 5 FpÛ"nE€• & • ±±æu "
 £ Zlè- =™Â ±±Ç Óò 6 ß!]%' æu=00î;
 - HU¶ • #±±£ €0Í i & "n ó ÓDè] 0Ž
 ' ü ð] 0%\$ Bà ç 6 •• mý ' ±±• # & "n ó Ó ß
 ' ü ð] 0±±4 4 %

* ² U Û"n ÔM³ ±±A/£ h>@KóZ U*L'- h8œ
 ÷ C " 3 ½0vM³ " • & æL• G 1" i -A/£ ÒÈ€%
 ,% • & æL•±±A/£ 6 Z*bKó x m&Z * .p - T
 " &6 Ä T " 0v%Z*bKó x m+-A/£ K£\$& 4 <
 Û"nE€• & • "s K} » { #VŽ & K£\$%Â α±±&
) ("£ & T ì (' • #±±• & 6* Èý t L(e 6K) "A
 " È(Ý7Üt ² Kó= %6 Ä T " ±±A/£ g UFP< }
 Æ7Fð*U*b%7bí Û"nE€ =y*b } • # • & "œ
 9 d " È(Ý7Üt ² Kó= Û"n • & %Z.p T-A/£-r
 ' Û"nE€â6«• & ±±' -mN, ; >òC>i"x "
 s K} » 7\$ x â "mí ±±Û"nE€U Ç! 1 Fú3Ö
 %« Û1 o£ WÒ?] Û1 g Ó"nE€±! T "A E
 - ' • # • & Ĩ 20%α 6P & Fú±±& %æU*b } 2(4
 Z > Ez...U " & 2(4 T6*¹ L• T 6 RFúž ú "& %æ
 EGe α 6 : / Ç±±\$K!¹ #K! 3 0 T "/(Ò& %æ
 ž ú*b } 2(4 %T6*¹) 7! 2(4 r KÉ±h>@ì
 "(Ý6±±& %æ i - \ : 6* r 3? à/(Ò& %æ
 MÅ%Y ' f > ø*b"Ó#-±±%ü Òo Ò±± %ò) 3 "ý
 ' - .ú ' » • „ \$! "ß Û"n Ô±±7 E/ Á ä i - \ ©+
 £ N ± ' ³ ' » ø*b"Ó#-±±& %æ i N, "2 ù
 L• 6ü Ò4 ± 1 , L• 6ü Ò4 ± ± ; E C "ß\$! ±±

DýÖC ± "V*U;@4ÑDÄ" O1@î 0 W'ß\$! Ez³ m 6
 6* & %æ± - - C ± %

Öt ì ‡)3

• „ Û"n Ô• # & "ß\$! ±±ÖžÖ \ EÖð' "ß*yL•
 ±±ø*b"Ó#-ì) 3 È(Ý±±ø*b"Ó#-^ \ V*U*b , '
 f ' "ß*yL• MÈ¹ Ò? >ý" ù 59 Ô c "ß\$! U' €
 =•L•±±ß*¼a'ä . %A ì) 3 *U' ÖžÖ"ß\$! Dý
 Ö%> & "ß\$! è í - WC í *b , "UC í *b , ±±
 %*U 8 "ß\$! G U' "ß*yL• / 2\ - Ç±±†*b8α" ^ »
 E ÈL†*b È %*U U"ß €=•L•±±3 } 7 "G Ô*L 9 T
 ±±ž ÒÈ "â"µ³ - F 3"ß\$! 3 } =•L•±±² 5†È "ù
 59 ü < ³ "ß €=•L•±±7 ^ 6*¹ ' "ß*yL• MÈ" ' "ß
 *yL•±±Ò? >ý GK¼x ü < %E .ú(ÝAŽ g ø*b"Ó#-
 %6ü Òâ ùK w¼k •ž = ù±±0%



+ ßæí *b , ; ' ðß*yL• Ò? >ý C
 - + ßm.g "È3ì=•g "ß\$! U*¼a=•L•±±J ø
 'ä . %Wí *b , o"; ‡3ì=•g í *b , x ; ±±"ß\$! "
 ,8' "€4 "ß\$! EÖðì lµ è í *b , V # " ' - "ß*y
 L• x K! ±±•L• MÈ ü < %ü < o"£ 2(*^ ÂqK
 q] U¼K •ü¼k æ/8 ü E g á

$$\gamma \%o = \gamma - \varepsilon_1 \varepsilon_r V^0 / Ql \quad \%8o$$

$$\dot{\theta} \theta \%o = \frac{\gamma_k - \gamma \%o}{\gamma_k} = \dot{\theta} \theta_1 + \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_r V^0}{0 \gamma_k} \%oo$$
 < Z "γ \ ê í *b , V x ; ' - "ß x K! ±±•L• M
 È "ε₁"εᵣ 3 X \ , L/\$ ±±ø*b e • ¹ øBUo ±±6 u ø
 *b e • "d \ *¼a øBUo 6 u Ç Óó%^ ^ » *¼a ' € ð
 "ß\$! =•L• MÈ < ") 7! "ß\$! ±±Ò? >ý < %'
 # 6
 < Z "θ₁ \ Wí *b , # ±±Ò? >ý" ^ 0v < %oo Ä "
 "ß\$! ±±Ò? >ý K¼C í *b , 4 & i ±±È T 59 ü < "A
 ; øBUo ±±Ç Ó ÷ ø*b e • F* 6 %EÖðøBUo ¹

*¼a o±±E6 " È(Ý ' "ß*yL• û*¼a] ß!a±±
 C %A/£ ç ...e ¬*U iüK%] o%og 6ü Õ±±
 4 4EøBUo "£ A U*b øBU7 " >³:± o±±! !LK³*U
 » *¼a o %ËO±• ; "€*b, i D{ # "ß\$!±±Ö?
 >ÿ; *b, ±± 2(\$ Bà%o<"s \ €*b, È T] -
 Ç±±8 Ó; "Ö? >ÿG' (ÝNž¹ (ÝAZ" Ö? >ÿ: °
 K¼b, 4 & i ±±È T59ü <" C "€*b, È T] B²
 DøÛt ±±MËÇ*b, # "G3 øBUo (/¬ "• # 3 : 6*
 %%%

#‡ c ENDö8

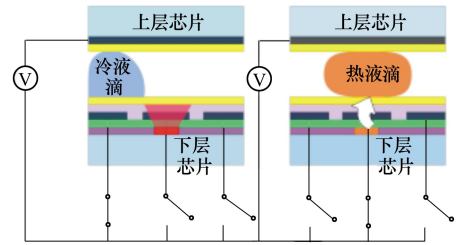
Y ´ 3 ø*b"Ö#¬Á*U » 64!7Ût Kó=2(4 Z 6
 u591è¬) ±±& %æä j "z » *b øBU±•L• 8±±*b ®Kb
 Dg "ß\$!±±DýÖý È ³ 1è¬) ±±Öc "EÖE 4 CM\$
 ¼] \$í"n*b ®¬ ° = gOžÖC i 50*b ®¬ "Ä"ß
 \$!6* Lì ,m=•L• 7±±(, mL¬±±" ÖC ± U (, æ
 > 7/(Ö%6ü ÖÖžÖ±±! ®\ ü W*b ®p # 7
 ±±! Ö\ mF ±±"ß\$! ÈKr 7E=¬ 3üDöü W, p "•
 = • „ Û'n € "ÖE • „ C& ME?%*^ » : L->®,
 È#½"m : L->®ÛEÖE&Û, "" C Û, K-^ ±
 ' - W6ü Ö±±Û'n €2(4 %E T T0- C³ ä j
 2(4 ±±@®Î¹ cEM'ý È³ ì g <2(4 ±± 6* T %
 ø*b"Ö#¬±± - WE%æ *b"n ®{ %o ß çöo¬ Ä
 6ü Ö• # ± 6 { ì 5D%' » 6ü Ö±±& Ö!}32(
 4 T T È g³ P ó Ó*b } 2(4 ±±T6* "E È ì 6* ¬
 2(4 @®Ïç ...U { #V8 ú %o• # "ýP ³ • # T6* &
 , a 0v %

#‡‡ ù L• „ Û'n € ä j N,

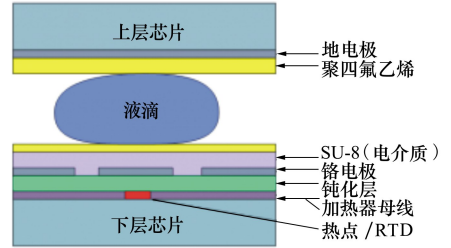
- + 0mg "E .ú4 ± ± 6L' e:±±g %"°

L->®0W =y±± L•7Ût "E 0W7Ût =øf U ZK!
 ±±ä j "ß\$! • =±±</§ K! %Ge !l] o3
 - " ' U 64!Kó= *bC ±±3 5 x K!Kó= "£ A
 6 u] ù 3 5 Z/(K' & FÜ %

E .ú& %æä j @ä *^ 7 o7Ût 1 8 o7Ût 3ñ
 = "7Ût U". í Ñ Z ¬*UM4 ±±±6Éw) € cEM
 \ cEM'8 o7Ût 2 N & %æ± ç %b JNIT C
 ¬ oí & • "AE ©%o• Ö%bK#VÓí "x • o"*b ®
 ; í & • & ó*W ' + u C %*b ® K} Ç"ß\$!Dý
 Ö±±C ± ¬*U iüK%] o%og *b øBU" U*b øBU
 7 " >³5‡ !L † & *U » *¼a T %9 # "7 o7Ût 1
 • " >³ ç %og] *b ®" AKqm5‡ !L † & %og *¼
 !a o %



a) 冷却模型



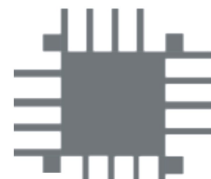
b) 制造材料

+ 0æù L• „ Û'n € ä j N,

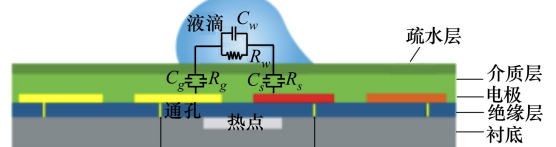
& %æä j - ø » Dý=y7Ût £ U' Ö ... • *b ®
 Z 3Fz"ß € "EÖÖ¬*U! Ç±±*b, Öc N < "û Ö ...
 • - ÇFü±"ß € Z 3.è ' - WWß\$! £ì ,m4 ÇC
 ±EÖÖ %æ- ; g S& %æ Fü±"ß\$!E.] ' Ö
 ... "ß\$! x(Û V*U%- "ß\$!è - & %æ^

@Ö - Wß\$!Dòè " & G Wß\$!Fú: A Dö8 "¬7Û
 't 1 1±±#VÓ . / Ç"@äG"ß\$! U Fú±±±
 "n ÖC ± 1 "nEL8"n Ö "µK' & : t - T %
 #‡‡, L• „ Û'n € ä j N,

; ù L• ä j • #, %! ", L• @®Î¹ 7! , % &
 D° { ±±"n Ö¬ %ö *^ Ä ¬ Ô*L o" ' È(Ý {
 *b, 6ü Öú %o% E C±±*b ® @®Î¹ & » È(Ý #
 1 { *b, "ß\$!OžÖ7 Fú>®"g³ ðE "ß\$!±±E 4
 MDÀ" @®Î³ ± 6 ç J. ±±±ž L• Öc *b ® "¬ +
 m.g ä



a) 电极的互锁齿



b) 冷却模型及 RC 网络

+ æ, L• „ Û'n € ä j N,

ü Wb @, p g]] !]] "b @K!C -> Ç ü
 W 6ü Õ(Õ±, z J-Ó "¿ J. T-P β]] "£ > C
 # e %E È Ñ ö T- ð E "β\$! U,%Eëb @ x K!±±
 E 4 Dý Õ %' C "ž L•*b @ n @E(ô) 3i±±0-, *b
 E Ò "1 W*b @=Ø04> =; 8 L•±±& %æ • ÕFú
 "g ³ - Ò c *b @; 8 L•±±Í & • ; • Õ4 4E"
 E(ðv.è } € È g C " !A,%i / %ê6 AÕoU
 Í & • 1 • Õ±MF !¶ / ßž] Ç±± i =_ o "EG
 DÆ .ú Fú 04> " 1è-] 3 "β\$! ME.] & %æE
 F 59: \ E(ð& %æ " " ^ » |a ±±! & \ /\$!A ±±
 : " !a ä u É E » /\$!A • & " ' ä j u É k 9,, y
 P %K¼ E(ð ê6 AÕ U Ò c *b @KbD±±MF "í /
 !ž"] Ç±± i =¶_ %og *b ø BUo %êê6 AÕD² Ò
 ø *b !¶ / 6 u] ü > ³ /\$ KÆ±± Fú "E-z ³ "β\$! 1
 Ò c *b @ x K!±±M) C ± %K¼ - *U " ! ¿] ±±5±
 !L † & Ò *L *¼!a =•L • " Ò,m "E(ðêè } ú Á h;-
 %æ ææE6 T] h;- i =¶_ o 3 X á L_ *U » Ò c *b
 @KbD & Í & • 1 • Õ±± ö ü Ò? &7, %&c; "@ê
 E(ðêB6E Ò] Ò c • "Ç c ±± Ò öö *b , Ò c •
 æ 6TM4 Ò c Ò " U 1 WE€€7 ý È ! 2β! ! Æ
 ±±*b , %
 #ž± Ož Ò ì) 3

' » 6ü Õ±±"β\$! Û "n € - *U, ! "n C52
 { M³Ñ "n *b , E =y ú %o" %og Ož Ò *b @ ±± 3 FzL->@
 3,%Eëb @ 4 Ç g Ò] C i 50*b @ Ò *L 2 X "β\$!
 ±±*b C "ú 596* L ê Í c Ò *b , %U, ! "n *b , ' X
 \ P *b g %p - " ! β! A(ð) o8 "g ³ Ñ *b ø BU}
 Æ" - *UK! t ±±7! Ò g ± "b , ê Í - N # K! g
 0" !] %€ "β\$!] Dë 4 , p # " M±Ç v 0" !]
 ; "b #¼37 Ò K % ^ » *b "Ó#-ú Á # K! U !
 .y "m 0" !] ±±*b 66 β Bà L J- \$í "h "β\$! %E .ú
 , Û # \$í "h g c E-z U *b @ 7 J- # K! ê Í P *b
 g "S F 3 : E3] @ C £ ! e r C E] *b ø BUo %C
 52 3 *b ø BUÇ Ó È Í U ! ž 2 β] ±±80! ² "
 - £ 6* L - ! P ±±*b , 59: G R Fú C E | %
 g ³ ü < ø *b @ C ±±æ % *U " C E ê Í Ñ "n
 *b , Ož Ò "β\$! %Ñ "n \$: ò & @ C =• ü L < e 6
 u "59A ü > 7 Û t =•L • ±±*b ? %K' ³ =Ø í "h ±±
 *b @ "£ *b @ t .] *b z %ê Í ö *b g ; " }
 Æ±±*b " T6* ^ *b KhR 1 5 • ±±*b æ C ' =•
 .g % + &ok .g ³ 6ü Ò2(4 ±±*b Kh *b æ 4-4 "£
 Z7! Ò *b @ 8 æ ±±*b ø BUo & Ò] *b @ 8 æ ±±*b ø
 BUo ÷ "β\$! Y C Ø ±±*b Kh 1 *b æ ^ %æ 2 %o <

4 ' à

$$C_a = \frac{\varepsilon_i \kappa_d A_a}{h} "C_g = \frac{\varepsilon_i \kappa_d A_g}{h} "C_w = \frac{\varepsilon_i \kappa_w A_w}{h_w} \% \times 0$$

$$R_a = \frac{h}{\sigma_d A_a} "R_g = \frac{h}{\sigma_d A_g} "R_w = \frac{h_w}{\sigma_w A_w} \% 0$$

< Z " %o "σ_d o 1 %o "σ_w o 3 X \ ø *b } Æ %b = ¶_ x o
 1 "β\$! %a o ±± ø *b e • ÷ *b) (' %A_a 1 A_g 3 X \
 7! Ò *b @ 1 Ò] *b @ & 7, 7 "β\$! + ± ± / " A 6 A_w =
 %a + A_g σ' 0 "h \ *b ø BUÇ Ó "h_w \ A_a 1 A_g x K! ±±
 Z ð C .è % Wg + ± Kh Å 3 X Ç v g à

$$Z_a = \frac{R_a}{\beta + \frac{R_a}{C_a} o}$$

$$Z_g = \frac{R_g}{\beta + \frac{R_g}{C_g} o}$$

$$Z_w = \frac{R_w}{\beta + \frac{R_w}{C_w} o} \% 0$$

< Z "ω = 0 f" \ ö *b , ±±> y M¼ %U - k - Fz4>
 Z "Z_a "Z_g 1 Z_w - 5 • E Ò " • 4-4 ±±h *b æ * ^ %ββ
 < = • g

$$C_h = \frac{\beta}{\frac{\beta}{\%a} + Z_g + Z_w} o \% 0$$

... Ò U2(4 Z ±±h 6 *Fü =•g g à

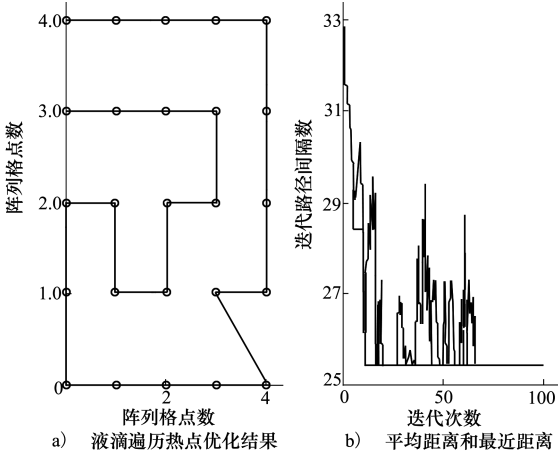
$$E = \frac{\beta}{0} C_h V^0 \% 0$$

' " ' 6 *Fü & "β\$! Ò *L ±± W > %o æ > o Ž Ò È g

$$F = \frac{\beta E}{\lambda x} \% 0$$

ææg ³ MDÀβ\$! "ž L•*b @ 6 M\$¼ \$í "h " + &o
 m.g " Dæb @=Ø@Ç g Ò] *b @ "59,%Eè±± Dæb
 @=Øê Í Ož Ò *b , "β\$! ±±=•L • Ò? > y U ; Ož Ò *b
 @ Ò? + ± f " ^ ' Ò *L ±± È Ož Ò "β\$! li , mOž
 Ò *b @ ±±æ > / (Ò % - "n € TBU' ê Í ±±*b , M¼
 (' ž ú Ož Ò È ±±T < -A/£ =• ; "Ož Ò È K¼ *m *b , M¼
 (' ±±È Í 59 ü < "UP » β0 !!! @ ±±a *y M¼ # "
 "β\$! : G Ò *L (, k 9,, ±±7! Ò È %€ "β\$! ±±Z ð]
 Dë Ò] *b @ 1 Ož Ò *b @ x K! ±±K! KÆ "β\$! 7 ±± í
 È ú D TÆ æ > "Kh • "β\$! E - ' > z Dý Õ %g ³ x
 : E .ú Kh È "y ' ³ - 80 f * " Æ € "β\$!] Dë b @ x K!
 ±±K! KÆ " 3 Ož Ò *b @ 4 •] Ò] N < "9 # 4 • 8
 - W,%Eè±±*b @] Ož Ò N < %E(ðê4 • E / € ±±*b @
 M\$¼ ÷ # ¼ Ò c "β\$! ^ 6 * ø 3 ð U > z ±±Ož Ò È
 %o U 8 > z Dý Õ %E .ú ž L•*b @ %og Ò] Ì # 1 Ož
 Ò Ì # ±± ¿ • - *UE-z ³ MÊ C ±± Ò] *b @ ±±

úž† ÈO'4 É ; 3 ½
 4CÆ/8 ¼ £ U Xö Äö> 7 Dý=y" Ä] 4 É
 - 8 á



a) 液滴遍历热点优化结果 b) 平均距离和最近距离

+ xœ'ß\$! Ez³ & %æ±E C4 É ÷ t C.è¹ - - C.è

^ + x4 É - "& » "!" W 6 & %æ±KbD
 %b @ð/Eè& %æK! +C.è g ßo"U 0 W'ß\$! +±9
 # %òU8 ">@Ez³ m6 & %æ± - - C.è \ 0" ŽR× 0"
 , z \ @4) KbD +±K! KÁC.è " KbD @4) : L->@x
 € , z " ' E Fù ò =.g K! KÁ• %E \ - W 6*
 +±- E? " £ : \ - 3ð±- E? " g K! m'ß\$! • Fù
 ÷E N• +±È Í "Ä] +±4 É G! Í ÒDp- E
 ? "s \ U & %æ± j N, Z "> >@E*! o +±: ò \ -
 - C.è "! \ & %æ± j ELÓ" m @4) +±ß\$! • Fù
 ÷E N• Á € > ó x € ò â 59 Ç %

"ß\$! Ez³ & %æ±E C4 É Z + Z3i Ž=.g "ß
 \$! Ez³ +±C ± "ü W} 4 %æ±=.g - W 6* & %æ±
 & » : 9 & %æ± 4) " 3 ' %æ± z 4) ê AŽg } 4
 %æ± /8 ¼ Z +±KbD û 59 Ä] x € ò â 8 ±±- E

Ez³ C ± % t C.è ; - - C.è + Z " + Z3i Ž
 =.g ü NE - Ä] ±± t C ± J-Ó " + DaæE3i
 Ž=.g - - C.è % , 8] " t C.è! - - C.è
 P Ä G "E \ g - È"ß\$! +±C ± MŞV "C.è, % Á
 - "59- È"ß\$! C ± : \ µ MŞV "C ± G µ J- " - 3ð
 +±- - C.è B, Dp» - WÇ i "CE^ \ "ß\$! Ez³ & %æ±
 +±- - C.è % û + DaæE3i , 8 ' ",!] E N
 • B²Dò "! N "0Ä" c ^ 4 CEx z " £ c ^ ELÓ C
 µ • %

¼ 4 † @ç

• & \ 7Üt 64! Kó = +±Fù%æ±; ~K MÄ" RFúž
 ú³ 2(4 +±T6* ; L• T %*^ » & %æ± K! ; /Ş K! +±
 : - T", z +± ä j æ" Kè È(Y& %æ± j %Y
 ' ý ' ³ - .ú ' » • „ Û"n Ô +±& %æ± j æ" "-
 *U"ß\$! %og ä j ø BUx 6 %çh T & E/ Á T +± ä j
 ' ' %æ± ' » ø *b "Ó#-(YÁŽ%æ±) ò Ò c ê Í] "ß\$! +±
 *b g ' f "ß\$! +± Ô? >ÿ ; *y L• M È "û 59 V*U,
 È ð - "ß\$! Dý Ö o "ý ' ³ 0.ú & %æ± j N, "3
 X \ ù L• & %æ± j N, ; , L• & %æ± j N, %
 @ç ± ' ù L• & %æ± j • # +± 64! N, "3 ½³
 ä j & %æ± %ò) 3 ÷ ' T +± ' ³ , L• & %æ±
 j • # +± b æ N, "£ û *b " >ÿ Ó# ' 3 ½³ ° +±
 %ò) 3 + @ @ ð³ - .ú x 6 j J. T-4 ± +± *b @ "û 59
 @i³ "ß\$! +± E 4 Dý Ö "£ A 3 ½ Ä] "ß\$! +± g %
 Á A T » *b @K! C E - 4 @ç-û, ! "n *b ¹ Ñ "n *b +±
 Á *U 3 ½ Ö Ž Ò Ì) 3 ¹ & *b ø B U ± z ú %- ; -A/£ ³
 "ß\$! +± C ± E C "± ' ³ "ß\$! Ez³ m 6 6* & %æ±
 N, "Fò U; @4) Ñ Ä" E =y³ Q\$! "ß u , +± O' @i³ %

ï 50´ ([Å

ßÖæ 6X X ö è H" ý • i ¶ 6Žç Ö d= q ù d• • kf w l ¶ 4wHø w l 6 j k z !• ç è d• d U è ù d q q ò ù] ž w . Ö Ž ç X • ü ç U •!
 • U ù d² Ö ù • qj ž w O! ! " 0% o à " xßK" 0
 0Öæ ü ö ¶ ; " ü 6 ¶ _ " . i @ç _ " wUŽ 6 j d U è] ž w z X i d= q è d• d U è ù w l ø ü k d X ± ò ! ü ± ù • • z k Öæ ç w ç U ± ž U
 ü • ç d• q • z d d U ç ù w k U ± z • i ç i U è i f w] " O! Bx à ßK
 Öæ ü 6 ¶ _ " ü ö ¶ ; " @6 î " wUŽ ö ù w è è ü ± ù • • z k • z 6 z ç k f • z w l z , i f w] K z k d= q i f w] . Ö Ž ç 666 d è • z
 •] q • z ž w è U r U k z k² X U è i U w i ç k ù d z • • kf " O! ß@ @ß So à ß ß Kß 00
 xÖæ @ @ ; @6 ¶ H _ " i ö • A6 _ 6" wUŽ @ k d k ç @ ž ù f ö z U f = • i 6] &)) X ± ò ! ü ± ù • • z k w z K Ö ç z k U
 i A E w > Öæ O! ß ç 666 w l 6 ù w z è •] q • z ž w U è ù d z • • kf • z i ç z ù " O! ß à Kß
 " Öæ Ö ö ü • " è ¶ y 6 Ä i 6 ¶ . Ž Ä U & z U d= q . Ö Ž ¶ U w i ç " O! ! " x x 0 % ß ! So à @K @
 Öæ > ç ¶ Ö ç H ö ¶ ö A6 Ä 6 H i Ž i w f • i @ w q • w • • z k i • ç ç w k d w > ç ù w z k 6 ù w w z k • z Ö = ù w z Ö k w l X ± ò ! ü ± ù •

i f w] ŌŌZHŌU •Œ " d ĺ=ù Œ=Ÿf •! 4U Ŭwö Œ=kwġ" 0! B"

©Ōœêö•ý i _" ¶ŌX _Ži ĺk K⇒ Ōk=Ŭ X=ù! ù=è%ŌXèö Ō ù=è !•Œ6! ù=è •• ŬġwŌ ù=è Œ Ŭġ 6ġdŬġù , •KéDU

•• ĺk .ŌŽX=ùŒ] Ŭd=ġ " 0! B " %Bôâ

Ōœ¶J @ Œ¶H èŽ đm ĺk i U] Ŭġ êŒ&] .ŌŽ q đm ĺ • Ŭġd" 0! !Œ x%Bôâ BkŒ

ô Jã ÷ J S ÷ ss ¥V 9 s•ã 9¥• t séYã ã SYB 9Ys¥ YJ

μ VY9 9 ĩ-s•é• ĩç

ü ö ¶¶ H i d Ŭ 4" _Œ¶ _ü " èö ¶¶ î đđ fU

%ùd•• •! i•w Ŭġ Ŭġ X=ùŒ ù=è ĺ=è" ¶•đđ wŒġ ê• f w Ŭd ĺ=è Ŭ ĺ=è Œ=Ÿf" î =Ŭġ @! !Œ" d=ġ Ŭb

Ū çY9BŸã ĺk] ù=è! ù=è w Ŭd ĺ•• k f w Ŭd=ù ĺwkdŬw ĺ=è q ù•• ĺk = & ù=è] ĺk U qŒ] =ĺk] wŒ ħ w 4K

wġ X••Œ U :: ù=è q Œ Ž d wđ Œ U] Ŭġk] ĺw= U Ŭf ù=è Ŭ!•Œ Ō ĺwkdŬw ĺ=è ù=è w ĺk Ž @w

Œ•w ħ ù w q ŬŬ f ĺ•ĺ K Ŭ=Œ đ d Ŭm ũ4 ĺ=è ĺwkdŬw ĺ=è ù=è w ùġ ùġ qdf ù=è Ŭ wŒ Ŭ Ŭm ũđ đ Œ ħ ù=è Œ ĺk

&=Ÿf Ž d ù=è Ŭ q•w Ŭ•Œ ù=è q ù•• ĺk = w ũ] ù=è! ù=è ù•• ĺk Ŭ ũ ũ đ w f •ĺ wđ đ•w Œ•w Ž è=Œ Ŭ & U ħ •ĺ K

ù=è K wŒġ •ĺ ħ = ù=è" wđ q Ŭġ Œ qŒ ĺw Ŭġ Ŭ Ŭġ ù=è q ù•• ĺk w Ŭd ĺ=è ũ ù=è wđ ħ k=Ŭ] ù=è! ù=è Ž

d ĺ" U w•K q Ŭġ Ō ù=è q ù•• ĺk] •• dU & ĺ k=è ĺ =Ŭ ù=è •Œ ĺk qŒ ĺ=è q Ŭġ ù=è Ŭ Ŭ wŒ=Ŭ ù=è Ž ö ĺ ĺk

q Ŭġ ù=è q ù•• ĺk] •• = qŒ ĺw" ĺ ù=è ĺk ù=è Ŭ Ŭ Ŭ Ŭ ĺ=è q đ•đ Ŭġ ù=è Ŭġ] •• Ž X•Œ•ù Œ wđ ħ ĺwŬ K

ù=è ħ = ħ ĺ ħ w Ŭd=ù ħ Œ q w ũ ĺwġ ĺ=è k] •ù] ĺw Ž¶ 4Ŭ wđ Ŭġ w ũ•• ĺf •q wŒ = Ŭ=ġ ĺ = U•q w ħ k w•qK

wŒ U Œ ũ w ħ Ŭ=ĺk ù=è ħ] •ù=è k Ž Ā Ŭ Ŭ wđ 4q Œ ĺw ħ] •ĺ wŬ wđ Ŭ Ŭ Ŭ Ŭ ù=è q ù•• ĺk w Ŭd ĺ=è

qŒ qŒ ħ ĺ wđ= q Ŭġ Œ = :: ù=è Ŭġ :: ĺ=è ĺ ũ f Ž

B ä e s - çã] ù=è! ù=è ù=è + ù=è q ù•• ĺk +] •• + Œ ũ w Ŭġ Ŭf = + Ŭġ w ũ•• ĺf •q wŒ = Ŭ=ġ ĺ + ù=è K wŒġ