Control of Ferromagnetism via Electron Doping in In$_2$O$_3$:Cr

In$_2$O$_3$ 80   r   , r   r r   r

r   r   , r   rr   r   r

  -   24   3 × 3 × 3 k-

.

r r f In$_2$O$_3$ (r , $Ia3$),

r r f   (ff   b,

f   ), r   W   r   r

O   ,   r , r r f

(ff   d,   ), r

r W r   r   r   ff r   O -

.   Cr^0 (r ,   .1)

f,   r t_+^3 r   r f

e_+^0 r

E_c.   r

r , , . ' , t_+^3 r   r

f 3   r

Cr^0 Cr$^+$ ($t_+^3 \rightarrow$

$e_+^2 a_+^0$, f   ,   .1),   r

r   r $\varepsilon(0=+) = E_c - 2.9$ eV   r

r f   ,   fr   - r

ff r   f r   r. q q'

$$\varepsilon(q=q') = \frac{E(q) - E(q')}{q - q'} - E_c.$$
(1)

$\varepsilon(0=+)$ f r E_c,   r

r r   r , r p-   ,

,   In$_2$O$_3$, r n-   r

20

r ▪. r -
r ▪, r 4,10 .
f f rr ▪. ▪ ʼ
n- , v r r
, v r E

In₂O₃

In₂O₃:Cr

In₂O₃:Cr

D

O

D

, Of

N

D - 36-99 O10337.

1 . D , H. O , , r , $\mathbb{I}$. r , D. rr , **287**, 1019 (2000).

2 $\mathbb{I}$. D. , , . r N r. **4**, 173 (2005).

3 M . , , D. , N r. **5**, 291 (2006).

4 M . , , , , $\mathbb{I}$. O H , . , , M r, . . , $\mathbb{I}$. r . r. **5**, 298 (2006).

5 . M , H. N M r , , , r , $\mathbb{I}$. . **101**, 09 513 (2007).

6 . H , , X . **91**, 262514 (2007). M

7 $\mathbb{I}$. D. , rr. O . . M r. **10**, 83 (2006).

8 .-H. $\mathbb{I}$. r , . . **73**, 081304( ) (2006).

9 . D , . r r , , . **76**, 155312 (2007). M

10 D. r r , . , D. , $\mathbb{I}$. M r. **320**, 983 (2008).

11 M. H , M. , X , . , X , H.- , . . -D. X , D , X , H.- , . . X **86**, 052503 (2005).

12 . . , X , H.- , . . , -D. X . D , X , $\mathbb{I}$. H , . . , , D. r X , . . X

86, 042506 (2005).

13 $\mathbb{I}$. , r , , r r , $\mathbb{I}$. r , N , . . **85**, 777 (2004).

14 N . H. H , $\mathbb{I}$. , , . H , , V r , . **87**, 102505 (2005).

15 N . H. H , $\mathbb{I}$. , N . H , , V M $\mathbb{I}$. r. **302**, 228 (2006).

16 M . M , X , W , X D , $\mathbb{I}$. M M r. **301**, 308 (2006).

17 M . X , W , X D , . . **88**, 132507 (2006).

18 . r , M r, , . r r , N , $\mathbb{I}$. . **101**, 09H117 (2007). V M N

19 H. r, . , Z r, r ( ) **453**, 763 (2008). N

20 . Z r, . . **98**, 045501 (2007).

21 H. H r , . D r, . $\mathbb{I}$. , $\mathbb{I}$. , C F (, f , r , 1995).

22 . r, M r . O , H , . r , . **73**, 134418 (2006).

23 . , H. r, . Z r, . . **77**, 241201( ) (2008).

24 . r D. $\mathbb{I}$. r, . . **59**, 1758 (1999).

25 . r r , . , . . **75**, 153205 (2007).

26 . , $\mathbb{I}$. O r- , Z r, . . **75**, 241203( ) (2007).

27 . , Z r, D. D. r , . M . **93**, 177201 (2004).

28 r r r f- f r a r f r a r r rr r r , , v r f- f r a r r

29 H. r, . , $\mathbb{I}$. , . . **72**, 014465 (2005).

30 H. r, , $\mathbb{I}$. , . **89**, 012505 (2006).

31 H. O , **281**, 951 (1998).