

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **225382**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **404284**

(22) Data zgłoszenia: **10.06.2013**

(51) Int.Cl.

H05K 7/20 (2006.01)

G12B 15/00 (2006.01)

B05B 17/00 (2006.01)

H01L 23/42 (2006.01)

(54)

Układ i sposób chłodzenia elementów elektronicznych

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

14.04.2014 BUP 08/14

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

28.04.2017 WUP 04/17

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

PRZEMYSŁAW SMAKUŁSKI, Bojanowo, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Katarzyna Paprzycka

PL 225382 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ i sposób chłodzenia elementów elektronicznych znajdujący zastosowanie w szczególności do chłodzenia układów elektronicznych.

Znane są ze stosowania sposoby chłodzenia układów elektronicznych za pomocą spryskiwania powierzchni chłodzonej czynnikiem chłodniczym, gazowym lub ciekłym. Znany jest również ze stosowania sposobu chłodzenia układów półprzewodnikowych wykorzystujący ciepło przejścia fazowego parowania cieczy, w których energia cieplna jest absorbowana przez czynnik napylany na powierzchnię chłodzoną.

Znana jest z międzynarodowego zgłoszenia patentowego nr US 20010002541 A1 instalacja chłodzenia pracująca w układzie zamkniętym, służąca do chłodzenia układów półprzewodnikowych przy pomocy wymuszonej konwekcji spryskiwania powierzchni chłodzonej składająca się z systemu dysz napylających chłodziwo, zbiornika akumulacyjnego dostarczającego czynnik żyzniczy do systemu dysz, wymiennika ciepła, w którym następuje kondensacja powracających par czynnika chłodniczego, oraz pompy transportującej ciekłe chłodziwo do zbiornika akumulacyjnego. Sposób chłodzenia opiera się na kierowaniu strumienia cieczy chłodniczej na powierzchnię grzewczą za pomocą systemu spryskiwaczy, która nakierowuje chłodziwo odbierające ciepło dzięki odparowaniu cieczy. Gaz powstały z odparowania cieczy trafia na skraplacz, gdzie następuje zmiana fazy na ciekłą.

Z publikacji „Multi-nozzle spray cooling for high heat flux applications in a closed loop system” autorstwa Y.B. Tan i in. opublikowanego w Applied Thermal Engineering 54 (2013) znany jest system chłodzenia przy pomocy instalacji spryskiwacza „wielo-dyszowego” działającego w obiegu zamkniętym i wykorzystujący standardowy czynnik chłodniczy R134a. W instalacji wykorzystuje się ciepło parowania cieczy znad powierzchni chłodzonej, dla której określono maksymalny, możliwy do odebrania strumień ciepła, określony przez krytyczny moment wrzenia (Critical Heat Flux), który występuje w procesie parowania podczas przepływu dużych strumieni ciepła.

W publikacji „Integrated computational study of ultra-high heat flux cooling using cryogenic micro-solid nitrogen spray” autorstwa Jun Ishimoto i in. opublikowanego w Cryogenics 52 (2012) opisano system chłodzenia przy pomocy instalacji spryskiwacza wytwarzającego mikro-cząsteczki zestalonego azotu, produkowane w dyszy, w której dodatkowym czynnikiem nośnym, oraz medium pomagającym tworzenie cząsteczek azotu, jest para ciekłego helu, wpływająca wprost do dyszy nakierowującej na powierzchnię chłodzoną.

Z polskiego opisu patentowego nr PL204179 znany jest radiator do chłodzenia elementów elektronicznych, w którym cienkościenne rurki są wypełnione materiałem PCM akumulującym ciepło.

Istota układu chłodzenia elementów elektronicznych, według wynalazku, polega na tym, że układ składa się ciśnieniowego zbiornika z dwutlenkiem węgla, zaworu odcinającego, wymiennika ciepła, który połączony jest rurociągiem wyposażonym w zawór odcinający przepływ z ciśnieniowym zbiornikiem ciekłych gazów, zaworu regulującego, dyszy wylotowej oraz rurociągów doprowadzających dwutlenek węgla do dyszy wylotowej oraz komory chłodniczej, w której umieszczony jest element chłodzony.

Korzystnie układ składa się z ciśnieniowego zbiornika z dwutlenkiem węgla w postaci ciekłej lub gazowej.

Korzystnie układ wyposażony jest w zawór bezpieczeństwa zainstalowany na ciśnieniowym zbiorniku.

Korzystnie układ wyposażony jest w zawór bezpieczeństwa zainstalowany na ciśnieniowym zbiorniku ciekłych gazów.

Sposób chłodzenia elementów elektronicznych polega na tym, że dwutlenek węgla z ciśnieniowego zbiornika kieruje się poprzez rurociąg, wyposażony w zawór odcinający do wymiennika ciepła, do którego poprzez rurociąg wyposażony w zawór odcinający kieruje się ze zbiornika ciekłych gazów ciekły azot, po czym w wymienniku ciepła następuje przechłodzenie izobaryczne dwutlenku węgla dzięki strumieniowi ciekłego azotu, a następnie dwutlenek węgla kieruje się rurociągiem do dyszy wylotowej, przy czym reguluje się przepływ dwutlenku węgla w zaworze regulacyjnym, jednocześnie do dyszy wylotowej kieruje się z wymiennika ciepła rurociągiem pary ciekłego azotu, po czym w dyszy wylotowej miesza się dwutlenek węgla i pary ciekłego azotu i generuje się mikro granulki zestalonego dwutlenku węgla, którymi spryskuje się i chłodzi element chłodzony, a gazy odprowadza się kanałem wylotowym z komory chłodniczej.

Korzystnie, dwutlenek węgla w zbiorniku ciśnieniowym jest w postaci ciekłej lub gazowej.

Korzystnie w ciśnieniowym zbiorniku reguluje się ciśnienie przy pomocy zaworu bezpieczeństwa.

Korzystnie w ciśnieniowym zbiorniku ciekłych gazów reguluje się ciśnienie przy pomocy zaworu bezpieczeństwa.

Chłodzenie odbywa się za pomocą przejścia fazowego (sublimacji) od ciała stałego dwutlenku węgla do gazu. Pomaga to uniknąć parametrów krytycznych wrzenia, które występują podczas parowania cieczy, będącej czynnikiem chłodniczym, przy pewnej granicznej wartości strumienia ciepła przekazywanej od powierzchni chłodzonej.

Zaletą układu i sposobu według wynalazku jest przechowywanie czynnika chłodniczego w zbiorniku w temperaturze otoczenia oraz produkcja mikro-granulek zestalonego dwutlenku węgla „na miejscu” jak i bezpośrednie nakierowanie czynnika o dużym cieple utajonym sublimacji na powierzchnię chłodzoną.

Zaletą jest wprowadzenie dodatkowego czynnika doprowadzający do przechłodzenia dwutlenku węgla przed rozprężeniem w dyszy wylotowej, dzięki czemu możliwe jest wykorzystanie dodatkowego ciepła utajonego sublimacji dwutlenku węgla do chłodzenia elementu chłodzonego.

Zaletą jest nakierowanie zimnych par azotu do dyszy wylotowej, pod zwiększonym ciśnieniem, które wspomagają wytwarzanie mikro-cząsteczek zestalonego dwutlenku węgla, a także dostarczają dodatkowej mocy chłodniczej do elementu chłodzonego.

Zaletą jest działanie układu chłodzącego w układzie otwartym, bez potrzeby dodatkowych nakładów energetycznych związanych z przepompowaniem czynnika chłodniczego do wymaganych parametrów przed ujściem z dyszy.

Zaletą jest prostota wykonania instalacji (brak elementów ruchomych), oraz brak potrzeby zewnętrznego dostarczenia energii do napędu instalacji chłodniczej.

Zaletą jest dwustopniowe rozprężanie ciekłego dwutlenku węgla – w zaworze redukującym ciśnienie, oraz w dyszy wylotowej – dzięki czemu możliwe jest sterowanie zarówno strumieniem wypływającej mieszaniny fazowej dwutlenku węgla jak i wielkości produkowanych mikro-granulek zestalonego CO₂.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładach wykonania oraz na rysunku, który przedstawia układ chłodzenia elementów elektronicznych w ujęciu schematycznym.

Przykład 1

Układ chłodzenia elementów elektronicznych składa się z ciśnieniowego zbiornika ZC z dwutlenkiem węgla w postaci ciekłej wyposażonym w zawór bezpieczeństwa ZB1, zaworu odcinającego ZO1, wymiennika ciepła HE, który połączony jest rurociągiem wyposażonym w zawór odcinający przepływ ZO2 z ciśnieniowym zbiornikiem ciekłego azotu LN wyposażonym w zawór bezpieczeństwa ZB2, zaworu regulującego i redukującego ciśnienie ZR, dyszy wylotowej strumienia medium chłodniczego DW, oraz rurociągów doprowadzających dwutlenek węgla do dyszy wylotowej oraz komory chłodniczej KC, w którym umieszczony jest element chłodniczy EC.

Przykład 2

Układ jak w przykładzie 1 z tą różnicą, że składa się z ciśnieniowego zbiornika ZC z dwutlenkiem węgla w postaci gazowej.

Przykład 3

Sposób chłodzenia elementów elektronicznych polega na tym, że dwutlenek węgla w postaci ciekłej z ciśnieniowego zbiornika ZC wyposażonego w zawór bezpieczeństwa ZB1 kieruje się poprzez rurociąg, wyposażony w zawór odcinający ZO1, do wymiennika ciepła HE. Jednocześnie do wymiennika ciepła HE poprzez rurociąg wyposażony w zawór odcinający ZO2 kieruje się ze zbiornika ciekłych gazów LN wyposażonego w zawór bezpieczeństwa ZB2 ciekły azot, po czym w wymienniku ciepła HE następuje przechłodzenie izobaryczne dwutlenku węgla dzięki strumieniowi ciekłego azotu, a następnie dwutlenek węgla kieruje się rurociągiem do dyszy wylotowej DW, przy czym reguluje się przepływ dwutlenku węgla w zaworze regulacyjnym ZR, jednocześnie do dyszy wylotowej DW kieruje się z wymiennika ciepła rurociągiem pary ciekłego azotu, po czym w dyszy wylotowej DW miesza się dwutlenek węgla oraz pary ciekłego azotu i generuje się mikro granulki zestalonego dwutlenku węgla, którymi spryskuje się i chłodzi się element chłodzony EC, przy czym gazy odprowadza się kanałem wylotowym z komory chłodniczej KC.

Przykład 4

Sposób jak w przykładzie 3, z tą różnicą, że dwutlenek węgla jest w postaci gazowej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ chłodzenia elementów elektronicznych, **znamienny tym**, że składa się z ciśnieniowego zbiornika (ZC) z dwutlenkiem węgla, zaworu odcinającego (ZO1), wymiennika ciepła (HE), który połączony jest rurociągiem wyposażonym w zawór odcinający przepływ (ZO2) z ciśnieniowym zbiornikiem ciekłych gazów (LN), zaworu regulującego (ZR), dyszy wylotowej DW oraz rurociągów doprowadzających dwutlenek węgla do dyszy wylotowej (DW) oraz komory chłodniczej (KC), w której umieszczony jest element chłodzony (EC).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że składa się z ciśnieniowego zbiornika (ZC) z dwutlenkiem węgla w postaci ciekłej lub gazowej.

3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wyposażony jest w zawór bezpieczeństwa (ZB1) zainstalowany na zbiorniku ciśnieniowym (ZC).

4. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wyposażony jest w zawór bezpieczeństwa (ZB2) zainstalowany na ciśnieniowym zbiorniku ciekłych gazów (LN).

5. Sposób chłodzenia elementów elektronicznych, **znamienny tym**, że dwutlenek węgla z ciśnieniowego zbiornika (ZC) kieruje się poprzez rurociąg, wyposażony w zawór odcinający (ZO1) do wymiennika ciepła (HE), do którego poprzez rurociąg wyposażony w zawór odcinający (ZO2) kieruje się ze zbiornika ciekłych gazów (LN) ciekły azot, po czym w wymienniku ciepła (HE) następuje przechłodzenie izobaryczne dwutlenku węgla dzięki strumieniowi ciekłego azotu, a następnie dwutlenek węgla kieruje się rurociągiem do dyszy wylotowej (DW), przy czym reguluje się przepływ dwutlenku węgla w zaworze regulacyjnym (ZR), jednocześnie do dyszy wylotowej (DW) kieruje się z wymiennika ciepła (HE) rurociągiem pary ciekłego azotu, po czym w dyszy wylotowej (DW) miesza się dwutlenek węgla oraz pary ciekłego azotu i generuje się mikro granulki zestalonego dwutlenku węgla, którymi spryskuje się i chłodzi się element chłodzony (EC), a gazy odprowadza się kanałem wylotowym z komory chłodniczej (KC).

6. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że dwutlenek węgla w zbiorniku ciśnieniowym (ZC) jest w postaci ciekłej lub gazowej.

7. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że w ciśnieniowym zbiorniku (ZC) reguluje się ciśnienie przy pomocy zaworu bezpieczeństwa (ZB1).

8. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że w ciśnieniowym zbiorniku ciekłych gazów (LN) reguluje się ciśnienie przy pomocy zaworu bezpieczeństwa (ZB2).

Rysunek

