

Dissipateur de chaleur intelligent

Dissipateur thermique par immersion haute performance et facilement intégrable

Contexte

La tendance vers une augmentation de la puissance de calcul jumelée à la mise à l'échelle continue des microprocesseurs entraîne l'apparition de zones à flux thermique élevé sur les dissipateurs thermiques des micropuces, nécessitant donc une technologie avancée d'évacuation de la chaleur afin d'opérer de façon optimale¹.

Or, les dissipateurs thermiques commerciaux avec caloducs intégrés existants ont atteint leur limite en termes de capacité d'évacuation de la chaleur². Selon la feuille de route technologique internationale pour les semi-conducteurs (ou ITRS, *International technology roadmap for semiconductors*), les serveurs nécessiteront une puissance thermique de conception pouvant atteindre 500 W par *socket* (site d'insertion du microprocesseur) en 2034, ce qui serait excessivement exigeant pour les systèmes de refroidissement à l'air traditionnels. Dans un centre de données typique, la gestion thermique (refroidissement) de l'électronique des serveurs consomme environ un tiers de l'électricité utilisée par l'installation. Il est donc impératif de trouver de nouvelles solutions de gestion thermiques qui permettront de réduire les coûts d'exploitation des centres de données et d'obtenir les systèmes informatiques les plus performants.

Ce document présente la prochaine génération de dissipateurs thermiques intelligents développés par Systemex Energies, East-West Manufacturing et l'Université de Sherbrooke.

Description

Depuis 2017, le consortium de recherche collabore au développement d'un nouveau dissipateur thermique à immersion biphasée pour les applications de refroidissement de la microélectronique et des microprocesseurs. Cette nouvelle technologie intègre les avantages du refroidissement diphasique dans un dissipateur thermique refroidi à l'air. La chaleur du processeur (ou de la composante électronique) fait bouillir un fluide à l'intérieur d'une chambre qui transforme le liquide en vapeur. La vapeur s'écoule vers un condenseur dans un cycle thermique fermé. Le condenseur refroidi grâce à l'air liquéfie la vapeur, et le liquide s'écoule à nouveau par gravité. Ce dissipateur thermique est conçu pour être compatible avec les supports et les boîtiers de puces intégrés existants.

Un nouveau revêtement poreux électrodéposé multi-échelle (MuSEP) a été développé pour améliorer l'efficacité d'ébullition du dissipateur thermique et réduire la résistance thermique. Ce revêtement peut être ajouté à un dissipateur thermique intégré (ou IHS, *Integrated Heat Spreader*) ou directement à l'arrière d'une puce exposée. L'une des principales caractéristiques de cette technologie est le fait que le liquide en ébullition est entièrement contenu dans le dissipateur thermique, ce qui permet d'obtenir tous les avantages du refroidissement par immersion, sans les risques et la complexité. Cette technologie de dissipateur thermique optimise le refroidissement des composants électroniques contrairement aux techniques conventionnelles. Cela permet donc à cette technologie d'atteindre une puissance thermique de conception allant jusqu'à 500 W par *socket* 2U et 1000 W par *socket* 4U, et ce en réduisant la résistance thermique (*junction-to-air*) de plus de 20 %.

Applications

Cette nouvelle technologie de dissipation thermique est extrêmement efficace pour éliminer la chaleur produite par les micropuces. Les technologies conventionnelles de refroidissement à l'air approchant d'une limite thermique en termes de refroidissement, l'approche du refroidissement diphasique est des plus importantes dans un avenir où les composants microélectroniques tendent à être de plus en plus compacts et à avoir une grande densité de puissance.

Plusieurs secteurs d'intérêt sont visés par cette nouvelle technologie :

- Industrie du jeu vidéo
- Informatiques et Centre de données
- Militaires et Optiques
- Véhicules électriques

Avantages techniques

- **Solution simple qui remplace les dissipateurs thermiques standard refroidis à l'air:**
 - Le facteur de forme peut être adapté aux configurations de serveurs existantes
 - Des standards 4U et 2U sont disponibles
 - Dissipateur thermique à basse pression
- **Performance accrue**
 - Résistance thermique plus faible
 - Intensité plus faible des cycles de température
 - Permet des tolérances plus élevées dans les modules multi-puces
 - Température de jonction du CPU plus basse
 - Réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)
- **Consommation d'énergie réduite**
 - Résistance thermique plus faible
 - Opère à une température ambiante allant jusqu'à 35°C
 - Un centre de données qui opère à une température supérieure à 15°C aurait une réduction de plus de 25% de sa consommation d'énergie³
- **Un revêtement de pointe permettant d'obtenir des performances thermiques optimales**
 - Température de jonction la plus basse possible tout en préservant une haute puissance de refroidissement par l'air
 - Suit l'évolution technologique avec une puissance par *socket* allant jusqu'à 500W
 - Tests de fiabilité effectués : Tests approfondis ne présente aucun problème
 - Compatible avec les boîtiers standards

Avantages Commerciaux

Le consortium a abouti au développement d'un type unique de solution thermique fermée permettant un refroidissement par immersion localisé.

En outre, une propriété intellectuelle unique a été développée sur le revêtement MuSEP, soit un différentiateur clé. Le revêtement peut être appliqué sur l'IHS ou sur la puce, éliminant ainsi les couches thermiques. Cette solution simple vise à atteindre une meilleure performance thermique dans les modules multi-puces. Ces derniers qui ont montré une performance thermique très élevée activée au niveau de l'IHS ou de la puce. D'ailleurs, cette fonctionnalité peut être utilisée pour améliorer le refroidissement par immersion totale.

À propos de Systemex Energies. Systemex est une société se spécialisant dans le domaine du développement de technologies avec des applications de consommation d'énergie. Elle a développé sa propre technologie HPC3 qui fournit une solution de refroidissement d'équipement électronique à l'aide de technologies de refroidissement par immersion grâce à une large collaboration avec des partenariats de recherche. Ceux-ci comprennent des universités de premier plan, des instituts de recherche et des industries dans des domaines connexes, ainsi que certains organismes gouvernementaux.

À propos d'East West Manufacturing. East West est une entreprise ayant comme expertise la conception, la fabrication et la distribution de produits électromécaniques.

À propos de 3IT Sherbrooke. 3IT Sherbrooke est un centre d'innovation collaborative, où des chercheurs de renommée mondiale, des étudiants universitaires et diplômés et des professionnels de la recherche combinent leur savoir-faire dans un but commun : stimuler le développement technologique en offrant un écosystème interdisciplinaire de recherche scientifique, d'entrepreneuriat et d'innovation.



200-35, Radisson
Sherbrooke QC J1L 1E2
CANADA

t 819 821-7961

Propriété intellectuelle

Brevets déposés. Licence commerciale disponible.

Inventeur

Professor Julien Sylvestre
julien.sylvestre@usherbrooke.ca
819 821-8000, ext. 62154

<https://www.usherbrooke.ca/gmecanique/departement/corps-professoral/julien-sylvestre/#c73828>

Systemex Energies

Simon Jasmin, Ph.D., P.Eng.

Directeur Technique
sjasmin@systemex.ca
1 514 738-3033 ext. 353
www.systemexenergies.ca

TransferTech Sherbrooke

Josianne Vigneault
J.Vigneault@transfertech.ca
819 821-7961

www.transfertech.ca

East-West Manufacturing

Adam Sanderson

Vice-Président Ingénierie
asanderson@ewmfg.com
1 450 926-1778

<https://www.ewmfg.com/>



Annexe

Liste des publications scientifiques

Pool Boiling Experiment of Dielectric Liquids and Numerical Study for Cooling a Microprocessor

- 2019 18th IEEE Intersociety Conference on Thermal and Thermomechanical Phenomena in Electronic Systems (ITherm)
- <https://ieeexplore.ieee.org/document/8757380>

Localized Pool Boiling and Condensation Experiments over Functional CPU: Optimizing the Overall Thermal Resistance via Different Heat Transfer Scenarios

- 2020 19th IEEE ITherm
- <https://ieeexplore.ieee.org/document/9190371>

Two-Phase Closed-Loop Thermosyphon Filled with a Dielectric Liquid for Electronics Cooling Applications

- 2021 20th IEEE ITherm
- <https://ieeexplore.ieee.org/document/9503149>

Two-Phase Immersion Cooling of Microprocessors with Electroplated Porous Heat Spreaders: Thermal Performance and Reliability

- 2021 20th IEEE ITherm
- <https://ieeexplore.ieee.org/document/9503279>

Multi-Scale Electroplated Porous Coating for Immersion Cooling of Electronics

- 2022 21st IEEE ITherm
- <https://ieeexplore.ieee.org/document/9899660>

Boiling and Condensation of a Dielectric Liquid in a Closed Enclosure for Electronics Cooling Applications

- 2022 21st IEEE ITherm
- <https://ieeexplore.ieee.org/document/9899604>

Study of the Impact of the Airflow and Filling Ratio on the Thermal Performances of a Two-Phase Immersion Cooling Prototype

- 2022 21st IEEE ITherm
- <https://ieeexplore.ieee.org/document/9899558>

Experimental Investigation of the Effect of Heat Spreading on Boiling of a Dielectric Liquid for Immersion Cooling of Electronics

- Journal of electronic packaging
- <https://asmedigitalcollection.asme.org/electronicpackaging/article-abstract/143/4/041103/1115200/Experimental-Investigation-of-the-Effect-of-Heat?redirectedFrom=fulltext>

Numerical and Parametric Investigation of the Effect of Heat Spreading on Boiling of a Dielectric Liquid for Immersion Cooling of Electronics

- Journal of electronic packaging
- <https://asmedigitalcollection.asme.org/electronicpackaging/article-abstract/144/4/041011/1130852/Numerical-and-Parametric-Investigation-of-the?redirectedFrom=fulltext>



200-35, Radisson
Sherbrooke QC J1L 1E2
CANADA
t 819 821-7961



200-35, Radisson
Sherbrooke QC J1L 1E2
CANADA

t 819 821-7961

Références

1. W. N.-J. of heat transfer and undefined 2014, "Heat in computers: Applied heat transfer in information technology," asmedigitalcollection. asme.org, 2014, doi: 10.1115/1.4025377
2. K. Baraya, J. A. Weibel, and S. v Garimella, "Heat pipe dryout and temperature hysteresis in response to transient heat pulses exceeding the capillary limit," Int J Heat Mass Transf, vol. 148, p. 119135, 2020.
3. Moss, D. & Bean, J.H. *Energy impact of increased server inlet temperature.*

